

**TRABAJO FIN DE GRADO**  
**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN  
DE SERVIDORES CONSOLIDADOS  
EN CLOUD COMPUTING**



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**2014/2015**

**Autor:**

**Víctor Calleja Carrillo**

**Tutor:**

**Francisco Javier García Blas**

*“Solo un necio se preocupa por lo que  
no puede controlar. Solo un necio desconfía  
de lo que ve con sus propios ojos.”*

El temor de un hombre sabio, *Patrick Rothfuss* (2011).

## RESUMEN

Hoy en día, los aspectos IT son uno de los pilares fundamentales sobre los que se apoyan las empresas. No es un factor que determine el éxito de la misma pero si puede desempeñar un papel fundamental en el fracaso de la empresa si no se tiene en consideración.

Debido a la profunda crisis económica que sufrimos a nivel mundial, las empresas pequeñas y medianas disponen de poco espacio y recursos para tener una infraestructura *IT* competente que mejore la productividad de la empresa. Además, debido a la poca concienciación de las empresas en este aspecto, tienden a realizar recortes presupuestarios en dicho aspecto para conseguir que ésta siga adelante. Debido estos problemas, las empresas pequeñas y medianas están abocadas al fracaso. Sin embargo, hay una tecnología que puede facilitar la continuidad y el progreso de estas empresas: la virtualización.

Por otro lado, la gran mayoría de los ataques informáticos van destinados al robo de información. El mal tratamiento de las políticas de seguridad de una empresa supone un gran riesgo para el funcionamiento de la misma. Muchas empresas, ante el desconocimiento del mundo *IT*, tienden a malgastar dinero con tal de tener asegurados sus datos. Si una empresa no puede permitirse despilfarrar el dinero, ¿debería permitir que terceros accedan a su información de manera ilegítima?

Este proyecto supone una alternativa para todas aquellas empresas que tengan intención de eliminar gastos producidos por su aspecto *IT* sin disminuir la productividad de las empresas, o incluso mejorarla. También, va destinado a aquellas empresas que deseen renovar su infraestructura *IT*.

A lo largo de este proyecto, se expone un caso práctico de una empresa ficticia que desea renovar la infraestructura IT debido a la sospecha de que está obsoleta y que el responsable IT de la empresa se jubila. Los motivos mencionados podrían corresponder con el recorte de presupuesto y renovación de la infraestructura IT de la empresa. También, en este proyecto se diseña la seguridad perimetral, con el objetivo de minimizar las vulnerabilidades del sistema para evitar el uso ilegítimo de la información que dispone la empresa.

## EXTENDED ABSTRACT

Nowadays, IT assets of a company are an utmost pillar upon which they are built. Although IT characteristics do not determine a company's success, they can have a fundamental role in its failure, if they are not taken into fully consideration.

Because of deep economic crisis, the whole world is suffering. Small and medium sized companies have small space and resources to be competitive. In addition, because of the low awareness of companies in this area, they tend to make budget cuts to continue forward. They are forced to cut down on their budgets to endure.

According to these problems, small and medium sized companies are doomed to failure. However, there is a technology that can facilitate the continuity and progress of these companies: virtualization.

On the other hand, the vast majority of computer attacks are aimed at stealing information. Therefore, improper treatment of companies' security policies entails a risk for them. Many companies, due to IT world ignorance, tend to waste a lot of money just to have secured their private data. If a company can't afford this waste of money, should it allow third parties to access its information unlawfully?

This project offers an alternative for all those companies intending to eliminate expenses produced by their IT feature without having to reduce their productivity. In addition, it is aimed at those companies that wish to renew their IT infrastructure.

Throughout this project, we expose a practical use case of a fictional company that wants to renew its IT infrastructure, motivated by the suspicion of its obsolescence and the company's IT responsible retirement. The reasons mentioned could correspond to budget cuts and renovation of the IT infrastructure of the company. In addition, the perimeter security and the security of the employee's position is designed, minimizing system vulnerabilities to prevent illegal use of the company's available information.

## Motivation

During recent years, with the current economic crisis, companies that lack of computing knowledge have fewer resources to devote to this enterprise area. This is due to company user's lack of awareness about the importance of the IT area, which affects directly the company's productivity.

Most of these people consider the computing domain as a "black box", assuming that components (computer, WiFi, email, applications, etc.), without knowing all the aspects that involve to the whole IT infrastructure, getting the maximum possible performance.

A company with a basic infrastructure, that is, one or several servers, one switch and one Patch Panel, needs to allocate all these elements in a conditioned room, namely DC (Data Center). DCs must be acoustically isolated, since the continuous noise it produces is too uncomfortable. However, a small company can't afford to have this site.

Finally, the security factor is one of the most relevant IT aspects. To cope with this, companies must carry out an evaluation by means of a security and performance. Normally, a standard antivirus in the user computer (i.e., "Avast Free") is a solution that provides security to the information. However, the actual computer performance and user productivity of the aforementioned computer decreases significantly.

Due to ignorance and scarcity of resources, it is becoming more common in companies to suppress the IT department and to delegate to a 3rd company to manage its whole IT infrastructure.

The main reason why I have developed this project is to provide an IT infrastructure for all companies in which a relevant productivity factor is the IT area, that can't afford to devote a high number of resources and need to obtain as maximum benefits as possible from IT resources. The stages and phases that must be done for a correct implantation with the least possible impact on production environments of the customer are also collected.

## Objectives

The main objective of this project is the design and implementation of a virtualization solution and the IT infrastructure consolidation of a fictional client. To accomplish this purpose, the following secondary objectives have to be targeted as well:

- Realization a computer audit for a fictitious company, reflecting the advantages and disadvantages of all IT elements.
- Design and implementation of a solution consolidated server virtualization using VMware vSphere, which adjusts to the needs of the fictitious client.
- Presentation of alternatives of deployment for a virtualized infrastructure.
- Virtualization of a real working environment.
- Migrating a production environment without changing the work routine of users.
- Propose virtualized infrastructure improvements.
- Formalizing the computer security policy of a company.
- Improving the semantics of a domain in Active Directory.
- Implementation of a system for CIFS access to shared files.
- Using products from leading companies in the computer industry, such as Cisco and Fortinet.
- Propose a budget and formal planning that suits the client, essential for a project to succeed.

The purpose of this project is the implementation of the capabilities and skills acquired by the author in both academia and workplace worlds. Regarding academia, the author applies knowledge acquired in subjects of all research fields, from Software Engineering or Computer Networks to Distributed Systems and Computer Architecture. Concerning workplace, advanced knowledge about virtualization and communications were applied, which have not been acquired at university.

## Project structure

This document presents a structure divided into 10 chapters, grouped in a logical way, aiming to simulate the whole process of developing a project to facilitate the reading and comprehension of the document, preventing the reader from getting lost. The document division is as follows:

1. **Chapter 1 – Introduction.** Throughout this chapter, it shows an initial vision of the project. To achieve this vision, the author discloses the reasons that have influenced the development of this work, and the objectives to reach through development.
2. **Chapter 2 – State of the Art.** It shows different tools used to carry out the TFG and a vision of the most relevant aspects for the understanding of the same. Into this vision, information related to virtualization, *dockers*, private clouds, and public clouds can be found.

3. **Chapter 3 – Studying the starting point.** It presents all relevant fictitious customer information, from who is the customer to deficiencies that the current IT infrastructure counts with.
4. **Chapter 4 – System analysis.** It discusses all relevant information to design. The information is divided into two types of requirements: functional and non-functional.
5. **Chapter 5 – System design.** It defines the virtualization solution of the new IT infrastructure design in detail.
6. **Chapter 6 – Implementation and deployment.** It depicts each of the stages comprising the process of implementation in detail.
7. **Chapter 7 – Test plan.** It shows all tests carried out to verify proper operation of IT infrastructure that has been implemented. All tests are intended to verify that all requirements have been complimented.
8. **Chapter 8 – Conclusion and future lines.** This chapter shows the conclusions that have been reached at the end of this work, compared to the initial objectives to see if it has been completed correctly. In another way, a series of future work to improve the IT infrastructure of the company are defined. In addition, it shows the regulatory framework of the project and a socio-economic study of the implemented solution.
9. **Chapter 9 – Planning.** It shows the plan followed throughout the process of design and application development.
10. **Chapter 10 – Budget.** This chapter shows the final budget of the project.
11. **Chapter 11 – Bibliography.** This chapter lists all sources that have been consulted and followed for the preparation of this is offered TFG.
12. **Chapter 12 – Annex.** It shows additional information that the reader can read for his own interest.

### About fictional customer

The company called "Luabevic SL" is a real estate agency formed in May 2004, who is dedicated to build, lease, manage, and sell properties. It just has one office where it operates, its place of business belongs to the region of Madrid. Since its formation, the enterprise has closed each year with a positive balance, that is, it has benefited each year.

Currently, the enterprise has 16 employees, 2 of whom are the owners of the company. The company is organized into the following departments:

- Management: 2 employees.
- Legal: 2 employees.
- Financial: 2 employees.
- Commercial: 8 employees.
- IT: 1 employees.
- Secretary: 1 employees.

One of the owners of the enterprise has contacted me expressing their discomfort with the IT service that is currently available to the company. The IT responsible retires soon, leaving his department completely inoperative. Growth expectations are positive, so they

want to open a new office in another large city in the country, in particular Barcelona. They don't know whether with the IT resources they have, they can face all the workload they will be subjected. In addition, they will not have a responsible person to oversee the IT resources available in the enterprise. Finally, they want to increase the staff, and to open two new departments in order to offer additional services.

## Conclusion

As indicated in Section 1.2 of this document, the development of this work presents a number of key objectives. Next, we enumerate the conclusions obtained relative to those initial objectives:

- A satisfactory analysis of the requirements that the problem showed, in order to be able to design and implement the application, has been performed.
- A satisfactory analysis of the requirements that the problem showed, to be able to design and implement the application, has been reach.
- The knowledge that have been acquired about virtual server management and administration using VMware vSphere.
- It has been designed and implemented an IT infrastructure for a fictitious client.
- The knowledge that have been acquired about perimetral security of the company and user station protection.
- The knowledge that have been acquired to carry out migrations of both domain and data, preserving all the initial data.
- An exhaustive test plan has been elaborated that covers all the likely requirements of the project successfully.
- The whole process has been documented.

Finally, after achieving all the objectives that were laid out at the beginning of this work, it is worth remark the personal satisfaction that you feel when you are able to implement an IT infrastructure. Specially, to deal with a problem increasingly frequent in small and medium sized companies, being able to reduce the price to facilitate the profitability of the company.

## Regulatory framework

### *Communication systems*

Next, regulations that govern telecommunications nationally company are shown/set down.

**Article 18.3 Spanish Constitution:**” guarantees *the secrecy of communications and, in particular, the postal, telegraph and telephone, unless a court decision.*”.



**Sentence ECHR (European Court of Human Rights) on February 16, 2000, Amann case:** *“It recognizes the right to privacy of communications to legal persons and states that the notions of "private life" and "correspondence" of art. 8 of the agreement include both private premises as professionals.”.*

**Article 2.2 of the Organic Law 1/1982:** *“Civil protection of the right to honor, personal and family privacy and image establishes that will not appreciate the existence of illegitimate intrusion into the protected area when it is expressly authorized by law or when the right holder has granted to effect their consent express.”.*

**Official Gazette of the Congress of Deputies, Organic Draft Law of reforming of the Criminal Law (2013):** *“it confirms the importance that the test the activity of prevention and control after the crime has and introduces the new offense of failure to control measures on the part of managers.”.*

### *Data confidentiality*

In this section, the regulations governing the confidentiality of company data at the national level are shown.

**Budapest Convention:** from among all the unlawful controlled conducts, the most prominent are:

- *“Illicit access. Deliberate and illegitimate access to all or a portion of a computer system”.*
- *“Illegal interception. Deliberate and unlawful interception by technical means, computer data reported in non-public transmissions to a computer system from a computer system or within it, including electromagnetic emissions from a computer system that contains data.”.*
- *“Interference in systems. The severe obstruction, deliberate and unlawful obstacle of the functioning of a computer system by inputting, transmitting, damaging, deletion, deterioration, alteration or suppression of computer data.”.*

**Article of the Criminal Code 197:** *“Who, in order to discover the secrets or violate the privacy of another, takes over any documentation or personal effect, intercepts his telecommunications or uses listening devices, transmission, recording or reproduction of any communication signal.*

*Who accedes by any means, uses or modifies the detriment of third parties, personal or family character reserved data recorded or stored in any medium.*

*If they spread, reveal or transfer data to third parties or discovered facts.”.*

**Article of the Criminal Code 278.1:** *“it exposes the penalties with which will punish who perform the same actions discussed above, but in order to discover enterprise secrets.”.*

**Organic Law 15/1999, Personal Character Data Protection:** the author highlight the next articles:

- **Article 10:** *“The responsible person of the files and who involved at any stage of the processing of personal data are obliged to maintain professional secret with respect thereto and the duty to protect, obligations continue even after the end of his relations with the owner of the file or, where appropriate, with the responsible for it.”*
- **Article 12:** *“It will not be considered data communication a third party access to data when this access is necessary for the provision of a service to the process controller.”.*

### **Contract**

In this section, the most significant regulations that regulate contract between suppliers and national companies are collected.

**Article of the Civil Code 1445:** *“By the contract of purchase and sale one party is obliged to deliver a certain thing and the other to pay for it a certain price in money or sign to represent ”.*

**Article of the Civil Code 1543:** *“In the lease of things, one part undertakes to give the other the enjoyment or use of a thing for a certain time and a certain price.”.*

**Article of the Civil Code 1740:** *“By the loan agreement, one party deliver to the other, or not fungible something to use it for a while and it returns, in which case it is called comodato, or money or fungible something, with condition return as much of the same kind and quality, in which case simply retains the name of loan. The comodato is essentially free. Simple loan may be free or pay interest pact.”.*

**Article of the Civil Code 1758:** *“It constitute the deposit since that one receives the foreign thing with the obligation of saving and to restoring it.”.*

**Article of the Civil Code 1760:** *“The deposit is a free contract, except otherwise agreed.”.*

## Socio-economic study

This section shows the economic savings that the company will have in a long term by using the deployment of the new infrastructure. These savings are shown from two viewpoints: energy and cost of the infrastructure.

In each viewpoint, two scenarios are compared:

- Possible case 1: if the three servers that are available in the company were implemented physically. The three servers will be "Proliant ML110 G6" because the company has already one and only two should be bought.
- Possible case 2: the three new virtual servers that the company will count.

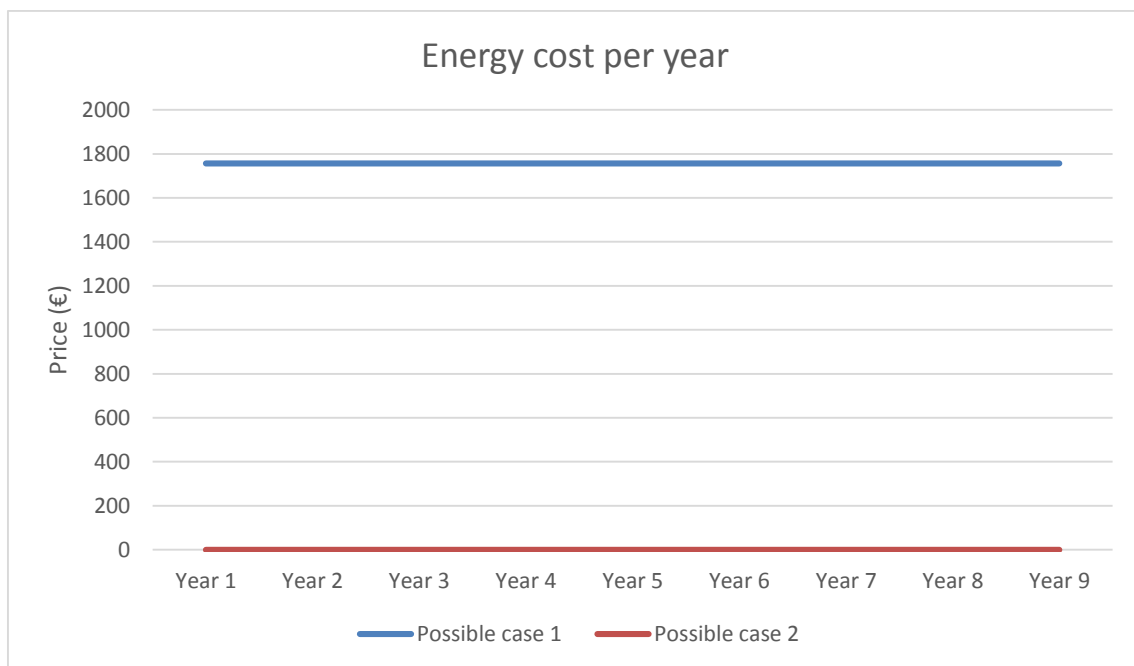
### Energy saving

In this section, we present the economic difference of using physical or virtualized servers, since the completion time of the project to nine years later, from an energy point of view.

In the scenario 1, the servers consume 300 W (watts) per hour each. Currently, the price set by electric companies is 0.2228 €/kWh (price taken on 27/04/2015). The servers have to be working 365 days per year.

$$0,3 \text{ (kW)} * 3 \text{ (servers)} * 24 \text{ (h)} * 365 \text{ (days)} = 7.884 \text{ kW/year}$$

$$7.884 \text{ kW/year} * 0,2228 \text{ €/kW} = 1.756,56 \text{ €/year}$$



### Energy savings

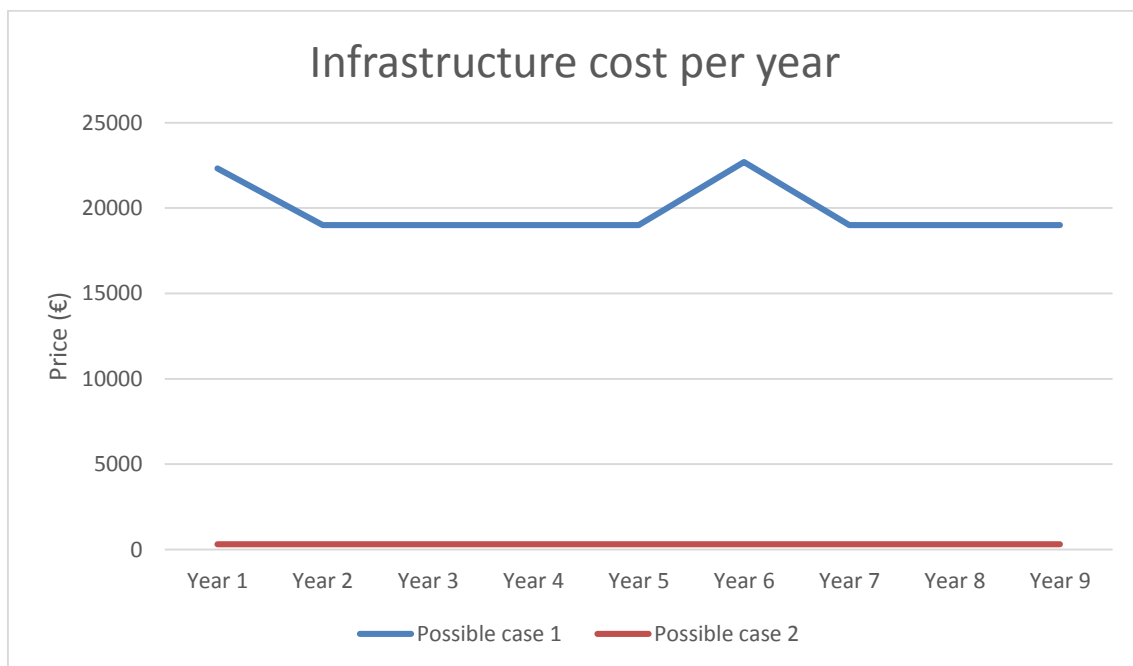
As we can see, the virtualized server solution is the most economical. The company "Luabevic SL" wouldn't have to worry about the energy consumed by virtualized servers because they are not in any of the two available headquarters.

### *Infrastructure saving*

In this section, we show the economic difference of using physical or virtualized servers from the completion time of the project to nine years later, from an infrastructure standpoint. The factors taken into account for the study are: server licensing, acquisition of servers, and server maintenance.

In scenario 1, the physical servers need a specialized staff in charge of maintaining these servers. To this purpose, it has been stipulated a salary of 2,500 €/month (cost to the company). The operating system licenses are set at a price of 828.76 € per server. The physical servers to be purchased by the company have the same model than the ones the company already has. It has set a price of 418.73€ each server.

At 6 years after the project has been completed, the company has to renew software licenses and servers because they become obsolete and deprecated.



### *Infrastructure saving.*

As we can see, the virtualized server solution is the most economical. Price of licences, acquisition of servers, and hiring a person performing maintenance disappear. There is only a monthly payment of 314.5€ for the maintenance servers.

## Future work

In this section, it is shown any possible changes to the company infrastructure that would improve the quality of service that is currently available. They are not included in this project.

- Distributed file system service: the current design does not permit users to access file server's files from outside of the company's network. This can be inconvenient for company's employees who need access to a file out of his job (e.g.: a lawyer wants to find a document in a notary). Implementing a server that provides a distributed file service like OwnCloud, which is synchronized with the file server's files, employees may continue performing their work from anywhere.
- Backup service: implementation of a server that carries out backups of the company's servers. It will take place at two levels:
  - Virtual machine level: allowing to run a new server, which provides the same functionality as the unrecoverable server.
  - Operating system level: allowing granular data recovery, and own operating system components. For example, a user accidentally that has been deleted in *Microsoft Active Directory*.
- *Wsus (Windows Server Update Services)*: although the servers have disabled the service updates, at one determinate point, they should update them. Otherwise it would be a security hole. Similarly, the users' computers must be updated periodically. Allowing each "host" updates on its own, the network traffic because of downloading updates would increase. A server that offers the service WSUS will eliminate all that network traffic, accelerating the installation of updates.
- Monitoring system: when an error occurs on a server, it is preceded by several minor errors in that server to prevent fatal errors affecting the productivity of the company. A server that offers a monitoring service is constantly collecting information from servers and notifies of any problems you have a server is implemented. For example, `check_mk`.
- Corporate email: the company is now using a public servers, all emails are under hotmail domain (arh@hotmail.com). Corporate email provides a professionalism image to the future customers.
- *VoIP (Voice over IP)*: is a telephone service that allows free calls on Internet. Thus, providing an internal communication service to the company and lowering costs that arise from telephone calls.

## CONTENIDO

INDICE DE TABLAS .....	17
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	19
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>21</b>
1.1 Motivación del TFG .....	21
1.2 Objetivos del TFG .....	22
1.3 Estructura del documento .....	23
1.4 Glosario de términos.....	24
1.4.1 Acrónimos .....	24
1.4.2 Definiciones.....	24
<b>2 ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>26</b>
2.1 Virtualización .....	26
2.1.1 Historia .....	26
2.1.2 Hipervisor .....	28
2.1.3 Tipos de virtualización .....	29
2.1.4 Ventajas y desventajas de la virtualización en servidores .....	31
2.2 Cloud computing .....	32
2.2.1 Cloud público .....	33
2.2.2 Cloud privado .....	35
2.2.3 Docker .....	38
2.2.4 Comparación de las distintas soluciones de virtualización en cloud.....	39
<b>3 ESTUDIO DEL PUNTO DE PARTIDA.....</b>	<b>40</b>
3.1 Información del cliente .....	40
3.2 Infraestructura.....	41
3.2.1 Sistemas de comunicaciones .....	42
3.2.2 Sistemas de cómputo .....	43
3.2.3 Configuración y datos.....	43
3.3 Seguridad .....	44
3.4 Expectativas de futuro .....	44
3.5 Limitaciones actuales del cliente.....	45
3.5.1 Sistemas de comunicaciones .....	45

3.5.2	Sistemas de cómputo .....	46
3.5.3	Datos .....	46
3.5.4	Seguridad .....	47
4	ANÁLISIS DEL SISTEMA .....	48
4.1	Especificación de requisitos .....	48
4.1.1	Requisitos funcionales .....	49
4.1.2	Requisitos no funcionales .....	53
5	DISEÑO DEL SISTEMA .....	56
5.1	Propuesta de solución .....	56
5.1.1	Cloud público .....	58
5.1.2	Sistemas de comunicaciones .....	58
5.1.3	Sistemas de cómputo .....	60
5.1.4	Seguridad .....	61
5.1.5	Puesto de usuario .....	61
5.2	Alternativas de diseño .....	62
5.2.1	Alternativa 1 .....	62
5.2.2	Alternativa 2 .....	62
5.3	Matriz de trazabilidad de requisitos .....	63
6	IMPLEMENTACIÓN Y DESPLIEGUE .....	64
6.1	Sistemas de comunicaciones .....	64
6.1.1	Fabric Interconnect del cloud .....	64
6.1.2	Switch .....	64
6.1.3	Switch del cloud .....	65
6.1.4	Switch de la sedes .....	66
6.1.5	Red Virtual Center .....	67
6.2	Sistemas de cómputo .....	68
6.3	Migración de configuración y datos .....	70
6.3.1	Dominio .....	70
6.3.2	Servidor de ficheros .....	77
6.4	Seguridad .....	80
6.4.1	Seguridad perimetral .....	80
6.4.2	Puesto de usuario .....	86
6.5	Acuerdo del nivel de servicio (SLA) .....	87

<b>7</b>	<b>PLAN DE PRUEBAS .....</b>	<b>88</b>
7.1	Definición del plan de pruebas .....	88
7.2	Especificación de las pruebas .....	89
7.3	Matriz trazabilidad requisito/prueba.....	96
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....</b>	<b>98</b>
8.1	Conclusión .....	98
8.2	Marco regulador .....	99
8.2.1	Sistemas de comunicaciones .....	99
8.2.2	Datos .....	99
8.2.3	Contrato .....	101
8.3	Estudio socio-económico.....	101
8.3.1	Ahorro energético .....	101
8.3.2	Ahorro infraestructura .....	102
8.4	Líneas futuras .....	103
<b>9</b>	<b>PLANIFICACIÓN .....</b>	<b>105</b>
9.1	Planificación inicial .....	105
9.1.1	Diagrama de Gantt.....	107
9.2	Planificación real .....	108
9.2.1	Diagrama de Gantt.....	110
<b>10</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>111</b>
10.1	Costes de personal imputables al proyecto.....	111
10.2	Costes hardware.....	112
10.3	Costes software del proyecto .....	113
10.4	Coste total de despliegue del proyecto .....	113
10.5	Coste mensual de mantenimiento .....	114
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>115</b>
11.1	Libros.....	117
<b>12</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>118</b>
12.1	Políticas firewall .....	118



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparativa soluciones <i>cloud</i> .....	39
Tabla 2. Leyenda infraestructura inicial “Luabevic S.L.”.....	41
Tabla 3. Características del switch de la empresa “Luabevic S.L.”.....	42
Tabla 4 Características del servidor de la empresa “Luabevic S.L.”.....	43
Tabla 5 Especificación de requisitos .....	48
Tabla 6. Leyenda del esquema de la propuesta de la solución para la empresa "Luabevic S.L.".....	57
Tabla 7 Nueva configuración <i>switch</i> . ....	59
Tabla 8 Características controladores de dominio.....	60
Tabla 9. Características servidor de ficheros.....	60
Tabla 10 Cumplimiento de requisitos por las soluciones propuestas.....	63
Tabla 11. Asignación de direcciones IP. ....	67
Tabla 12. Especificaciones controlador de dominio luabevicdc01. ....	68
Tabla 13. Especificaciones controlador de dominio luabevicdc02. ....	69
Tabla 14. Especificaciones controlador de dominio luabevicfc01.....	69
Tabla 15 Resumen recursos compartidos .....	79
Tabla 16. Interfaces <i>Fortigate</i> creadas. ....	80
Tabla 17. Rutas estáticas <i>Fortigate</i> creadas. ....	81
Tabla 18. Objetos <i>Fortigate</i> creados. ....	85
Tabla 19. Especificación de prueba.....	88
Tabla 20 Matriz requisitos-pruebas I.....	96
Tabla 21 Matriz requisitos-pruebas II. ....	97
Tabla 22 Jornada laboral del proyecto.....	105
Tabla 23 Planificación inicial del proyecto. ....	105

Tabla 24 Planificación fase Implementación inicial.....	106
Tabla 25 Planificación real del proyecto. ....	108
Tabla 26 Planificación fase Implementación real.....	108
Tabla 27 Coste de personal.....	111
Tabla 28 Costes hardware.....	112
Tabla 29 Costes software.....	113
Tabla 30 Coste total del proyecto. ....	113
Tabla 31 Coste mensual de mantenimiento. ....	114
Tabla 32 Políticas <i>firewall Fortigate</i> creadas.....	118

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 IBM S/360 Modelo 67. ....	27
Figura 5 Hipervisor nativo.....	28
Figura 6 Hipervisor alojado. ....	29
Figura 7 Hipervisor híbrido. ....	29
Figura 2 Emulación. ....	30
Figura 3 Virtualización completa. ....	30
Figura 4 Paravirtualización.....	30
Figura 10 Arquitectura <i>Amazon EC2</i> . ....	34
Figura 11 Infraestructura <i>Microsoft Azure</i> . ....	35
Figura 12 Principales componente de la infraestructura <i>VMware</i> .....	37
Figura 13 <i>Docker</i> .            Figura 14 Máquina Virtual. ....	38
Figura 15. Esquema infraestructura inicial “Luabevic S.L.”.....	41
Figura 16 Esquema de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”.....	56
Figura 17 Esquema alternativa I de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”. ....	62
Figura 18 Esquema alternativa II de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”. ....	62
Figura 19. Adición controlador de dominio secundario I.....	70
Figura 20. Adición controlador de dominio secundario II. ....	71
Figura 21. Adición controlador de dominio secundario III. ....	71
Figura 22. Adición controlador de dominio secundario IV.....	71
Figura 23. Adición controlador de dominio secundario V. ....	71
Figura 24. dcdiag dc01 I. ....	72
Figura 25. dcdiag dc02 I. ....	72
Figura 26. dcdiag dc01 II.....	73
Figura 27 dcdiag dc02 II.....	73

Figura 28. dcdiag dc01-dc02 .....	73
Figura 29. Migración maestros del dominio I. ....	74
Figura 30 Migración maestros del dominio II. ....	75
Figura 31. Migración maestros del dominio III.....	75
Figura 32. Unidades Organizativas correspondientes a los distintos departamentos de la empresa “Luabevic S.L”.....	76
Figura 33 Creación de nuevos usuarios I.....	77
Figura 34 Creación de nuevos usuarios II. ....	77
Figura 35 Recurso compartido I. ....	78
Figura 36 Permisos recursos compartidos II. ....	78
Figura 37 Asignación de recursos compartidos.....	79
Figura 39 <i>Web Filter</i> . ....	86
Figura 40 Ahorro energético.....	102
Figura 41 Ahorro infraestructura.....	103
Figura 42 Diagrama Gantt planificación inicial. ....	107
Figura 43 Diagrama Gantt planificación real. ....	110

# 1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo pretende ser el punto de entrada al resto del documento. En él se podrá ver la problemática que se quiere resolver con el desarrollo de este proyecto y cuál ha sido la motivación para que todo concluya satisfactoriamente.

También, se podrán encontrar los objetivos planteados para así entender desde un principio lo que se quiere realizar. Además existe un apartado explicando brevemente el objetivo de cada uno de los siguientes capítulos que presenta este documento.

Por último, se incluye un glosario de términos para ayudar al lector a comprender mejor alguno de los términos utilizados a lo largo del documento.

## 1.1 Motivación del TFG

Durante estos últimos años, y agudizado por la crisis económica actual, las empresas no especializadas en informática disponen cada vez de menos recursos para dedicar a este área de la empresa. Esto se debe al desconocimiento por parte de los usuarios de la importancia del área IT, que repercute directamente en la productividad de la empresa.

La mayoría de estas personas, consideran el área de la informática como una “caja negra”, dando por hecho que funcionan las cosas (equipos, WiFi, correo, etc.), sin saber todos los aspectos y características que conlleva para que toda la infraestructura IT funcione correctamente, sacándole el máximo rendimiento posible.

Una empresa con una infraestructura básica, es decir, que disponga de uno o varios servidores, un *switch* y un *Patch Panel*, necesita almacenar todos estos elementos en una habitación acondicionada, llamado CPD (Centro de Procesamiento de Datos). Dicho CPD, necesita estar aislado acústicamente, dado que el sonido continuo que emiten estos elementos es bastante molesto. Este espacio dedicado, una empresa pequeña no lo puede afrontar por limitaciones de espacio y presupuesto.

Por último, el factor de la seguridad es uno de los aspectos IT más relevantes. Para lidiar con esta problemática hay que hacer un balance de lo que implica aplicar una medida de seguridad y de cómo se ve el rendimiento afectado. Normalmente, un antivirus estándar en el equipo de un usuario (como por ejemplo “*Avast Free*”) es una medida que aporta seguridad a la información, pero que también disminuye el rendimiento del equipo y consecuentemente la productividad de los usuarios.

Debido al desconocimiento de las personas y a la escasez de recursos, cada vez es más habitual en las empresas, hacer desaparecer su departamento IT y subcontratar este servicio, permitiendo que una tercera empresa gestione toda su infraestructura IT.

El principal motivo por el que se ha desarrollado este Trabajo de Fin de Grado, es el de proporcionar de una infraestructura IT para todas aquellas empresas en la que un factor de productividad relevante sea el área IT, que no puedan dedicarle un número abusivo de recursos y que necesiten sacar el máximo provecho posible a los recursos IT.

También se recogen las etapas y fases que hay que desempeñar para la correcta implantación con el menor impacto posible en los entornos de producción del cliente.

## 1.2 Objetivos del TFG

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) es el diseño e implementación de una solución de virtualización y consolidación de una infraestructura IT para un cliente ficticio. Para alcanzar dicha finalidad, se han de cumplimentar los siguientes objetivos secundarios:

- Realización de una auditoría informática para una empresa ficticia, reflejando las ventajas y desventajas de todos los elementos IT.
- Diseño e implementación de una solución de virtualización de servidores consolidados, utilizando *VMware vSphere*, que se adapte a todas las necesidades del cliente ficticio.
- Presentación de alternativas de despliegue de una infraestructura virtualizada.
- Virtualización de un entorno de trabajo.
- Migración de un entorno de producción, sin alterar la rutina laboral de los actuales usuarios.
- Propuesta de mejoras de la infraestructura virtualizada.
- Formalización de la política de seguridad informática de una empresa.
- Mejora de la semántica de un dominio en *Active Directory*.
- Implementación de un sistema de acceso a ficheros compartidos por CIFS.
- Utilización de productos de empresas punteras en el sector de la informática, como *Fortinet* y *Cisco*.
- Realización de un presupuesto y planificación formal que se adapte al cliente, imprescindibles para que un proyecto salga adelante.

La finalidad de este TFG es la puesta en práctica de las capacidades y aptitudes adquiridas por el autor tanto en el ámbito académico como en el ámbito laboral. Respecto al ámbito académico, el autor aplicará los conocimientos adquiridos en materias de todos los campos de investigación, desde Ingeniería del software, Redes de Computadores hasta Sistemas Distribuidos o Arquitectura de Computadores. Respecto al ámbito laboral, se aplican conocimientos de avanzados sobre virtualización y comunicaciones, que no han podido ser adquiridos en la Universidad por asignaturas regladas.

### 1.3 Estructura del documento

El presente documento presenta una estructura dividida en 10 capítulos, agrupados de forma lógica, representando todo el proceso de desarrollo del proyecto. La división del documento es la siguiente:

**Capítulo 1 – Introducción.** A lo largo de este capítulo, se muestra una visión inicial del trabajo. Para lograr esta visión, se dan a conocer las motivaciones que han influido en el desarrollo de este TFG, así como los objetivos que se pretenden alcanzar gracias a su desarrollo. Por último, se muestra la estructura que presenta el documento.

**Capítulo 2 – Estado del arte.** Expone las diferentes herramientas utilizadas para la realización del TFG y una visión de los aspectos más relevantes para la comprensión del mismo. Dentro de esta visión, se encuentra información relacionada con la virtualización, *dockers*, *cloud* privados y *cloud* públicos

**Capítulo 3 – Estudio del punto de partida.** Se presenta toda la información relevante del cliente ficticio. Desde quién es el cliente, hasta las deficiencias que muestra el diseño de su infraestructura IT actual.

**Capítulo 4 – Análisis del sistema.** Se indica toda la información relevante para realizar el análisis del sistema propuesto, definiendo los requisitos que han de cumplirse para su finalización. Dicha información se divide en dos tipos de requisitos: funcionales y no funcionales.

**Capítulo 5 – Diseño del sistema.** Se describe detalladamente el diseño de la solución de virtualización de la nueva infraestructura IT de la empresa.

**Capítulo 6 – Implementación y despliegue.** Se muestra en detalle cada una de las fases que comprenden el proceso de implementación.

**Capítulo 7 – Plan de pruebas.** Se indican todas las pruebas que se deben realizar para comprobar el correcto funcionamiento de la infraestructura IT implementada. Todas las pruebas van destinadas a comprobar que los requisitos recopilados se han cumplimentado correctamente.

**Capítulo 8 – Conclusión y líneas futuras.** En este capítulo se ofrecen las conclusiones obtenidas al finalizar el TFG, comparándolo con los objetivos iniciales para ver si se han cubierto correctamente. En otra vía, se definen una serie de trabajos futuros para la mejora de la infraestructura IT de la empresa. Además, se muestra el marco regulador donde se desenvuelve el proyecto y un estudio socio-económico de la solución implementada.

**Capítulo 9 – Planificación.** Se muestra la planificación seguida durante todo el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación.

**Capítulo 10 – Presupuesto.** Se muestra el presupuesto que supone la ejecución del proyecto llevada a cabo.

**Capítulo 11 – Bibliografía.** En este capítulo se ofrece un listado de todas las fuentes que se han consultado y seguido para la elaboración del presente TFG.

## 1.4 Glosario de términos

En esta sección, se muestran todos los términos utilizados.

### 1.4.1 Acrónimos

En esta sección, se muestran algunos de los acrónimos que aparecen a lo largo del documento:

- IT: *Information Technology* (Tecnologías de la información).
- CPD: Centro de Procesamiento de Datos.
- RRHH: Recursos Humanos.
- PC: *Personal Computer* (Ordenador Personal).
- UO: Unidad Organizativa.
- GPO: *Group Policy*.
- E/S o I/O: Entrada/Salida.
- OS: *Operating System* (Sistema Operativo).
- VM: *Virtual Machine* (Máquina Virtual).
- RAM: *Random-Access Memory* (Memoria de acceso aleatorio).
- MB: *MegaByte*.

### 1.4.2 Definiciones

En esta sección, se da una definición de aquellos términos considerados como desconocidos para una correcta interpretación del documento:

- Alta disponibilidad: protocolo que asegura la continuidad operacional ante un fallo en el sistema.
- Balanceo de carga: es una técnica utilizada para distribuir carga de trabajo cuando se producen picos de trabajo.
- *Bare-metal*: sistema operativo de código abierto que mejora la comunicación entre hardware y software. Principalmente enfocado para comunicar máquinas virtuales con el hardware.
- Caja negra: elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y de las salidas que produce.
- Dimensionamiento: establecimiento de las dimensiones exactas de un proyecto (Por ejemplo, la carga soportada de un sistema).
- Domicilio social: es la dirección de una empresa donde se realiza su administración y dirección.
- *Freeware*: software gratuito.
- Infraestructura: todo elemento informático que afecte a la producción de un lugar, desde servidores hasta cableado de red.



- **Internet:** conjunto de redes interconectadas.
- **Hardware:** componente físico que constituye un sistema informático
- **Mainframe:** ordenador de dimensiones alta cuya finalidad es el procesamiento de una gran cantidad de datos.
- **Ordenador x86:** ordenador que tiene un conjunto de instrucciones utilizado en la micro arquitectura de la CPU.
- **Patch Panel:** panel de conexiones utilizado para organizar las conexiones de red de un sitio determinado.
- **Router:** dispositivo de interconexión que proporciona conectividad en la capa de red.
- **Servidor:** es un ordenador cuya finalidad es la de atender peticiones.
- **Servidor de ficheros:** es un ordenador cuyo objetivo es almacenar y distribuir archivos entre los ordenadores que lo soliciten.
- **Sistema operativo:** software que gestiona el hardware del host en el que se encuentre, comunica el hardware con el software.
- **Sistema operativo nativo:** sistema operativo ubicado en una capa superior al hardware.
- **Sistema operativo huésped:** sistema operativo ubicado en una capa superior a otro sistema operativo.
- **Software:** son programas, procedimientos, reglas,... que constituyen parte de las operaciones de un sistema de informático.
- **Switch:** dispositivo de interconexión de hosts que opera en la capa de enlace. Divide la red en dominio de colisión y difusión.
- **Time sharing:** es el tiempo de compartición de un recurso al que se accede de manera concurrente.
- **U:** unidad de medida de un *rack*.

## 2 ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se mostrará una visión general de los aspectos más importantes de este TFG. Comenzando con un resumen sobre la tecnología de virtualización, incluyendo su historia y sus aspectos más importantes. También, se muestran varias soluciones de *cloud computing* del mercado actual con similares características. Asimismo se aportará una comparativa con las ventajas que aporta cada solución en relación con el sistema a desarrollar en este proyecto.

Con este estudio se pretende adquirir una mayor comprensión del entorno tecnológico y valorar otros productos similares con el fin de evaluar si la construcción del sistema planteado es viable en el mercado actual.

### 2.1 Virtualización

Se podría definir la virtualización, como un conjunto de técnicas hardware o software que permiten simular un sistema completo y presentar una abstracción del mismo a un conjunto de procesos anfitriones. Está enfocado a que el acceso a un recurso del hardware subyacente, por parte de un sistema operativo huésped, se coordine con los otros sistemas operativos huéspedes para poder compartido dicho recurso.

#### 2.1.1 Historia

Aunque el concepto de virtualización se ha extendido durante la primera década del siglo XXI y ha aumentado su popularidad en la actualidad, es un término que empezó a tratarse en la segunda mitad del siglo XX. Dicho concepto surge con el principal problema que presentaban los *mainframes* (grandes sistemas de cómputo): en determinados instantes eran ineficientes, es decir, se desperdiciaban recursos del sistema. El *time sharing* aún no existía, por lo que un solo proceso tenía ocupado un recurso hardware hasta que finalizase.

La virtualización es una tecnología que comenzó a desarrollarse en los años 60s, por IBM [4]. La primera computadora específicamente para virtualización fue el IBM S/360 Modelo 67, tenía una gran capacidad de procesamiento con un máximo de 2 procesadores y 2 MB de memoria RAM.



Figura 1 IBM S/360 Modelo 67.

A pesar de esta innovación, las dimensiones de este mainframe eran grandes y su coste era equiparable a sus dimensiones. Estos dos factores, provocaron que las empresas medianas y pequeñas solo pudiesen alquilar el uso de este mainframe por un determinado periodo de tiempo.

Durante los 60s y 70s fueron muy populares [5], pero las máquinas virtuales desaparecieron prácticamente en los 80s y 90s debido a los siguientes motivos:

- El *hardware* comenzó a ser cada vez más asequible.
- Empezó a extenderse el uso de los PCs (*personal computer*).
- Empezaron a aparecer los sistemas operativos multiusuario.

A finales de los 90s, volvió a resurgir esta tecnología, no solo para abarcar el ámbito de los servidores, sino que empezó a abarcar diversas áreas de la computación. En 1998, *VMware* inicia un punto de inflexión en el concepto que se tenía de la virtualización, presentando su patente: “Sistema y método para la virtualización de sistemas de cómputo”. Dicha patente describe la arquitectura diseñada por *VMware* para poder crear un computador que virtualice varios equipos utilizando un ordenador x86. En 1999, con la creación de *VMware Workstation*, apareció una solución de virtualización para los sistemas abiertos. *VMware Workstation* permitía que un sistema operativo virtualizase máquinas y que éstas pudiesen usar los dispositivos que el sistema anfitrión manejase (Por ejemplo, dispositivos I/O).

En 2001, de la mano de *VMware*, aparece el primer sistema operativo, cuya instalación se realizaba directamente sobre el hardware, llamado *VMware ESX*. Las máquinas virtuales pasaron a ser procesos independientes que se ejecutaban sobre *VMware ESX*. En 2003, un proyecto de investigación de la Universidad de Cambridge, lanza el primer sistema de virtualización *bare-metal* de código abierto, llamado *Xen Server* [6], el primer hipervisor que se creó. En 2005, Intel introduce la extensión de virtualización VT-x para arquitecturas x86, optimizando el rendimiento de las máquinas virtuales huésped. *VMware* lanza al mercado *VMware Player*, que consistía en un software gratuito que permitía ejecutar máquinas virtuales, aumentando la popularidad de la virtualización. De la misma manera, en 2006, AMD introduce su extensión de virtualización AMD-x. Ese

mismo año, *VMware* presenta *Virtual Infrastructure*, dando origen a la era de la infraestructura virtual. Este producto estaba basado en un hipervisor, proporcionando funcionalidades de administración, alta disponibilidad y balanceo de carga. Estas tres nuevas funcionalidades permitían ejecutar aplicaciones con una estabilidad que hasta el momento no se había conseguido. En el año 2007, *KVM* se añade, oficialmente, al *kernel* de *Linux* 2.6.20, con la finalidad de implementar una solución de virtualización completa. Además, *VirtualBox Open Source Edition* (OSE) se libera como software libre, favoreciendo la difusión de la tecnología de virtualización. En 2008, *VMware* pone *VMware vSphere Hypervisor (ESXi)* como *freeware*. Ese mismo año, *Microsoft* se introduce en el ámbito de la virtualización, sacando al mercado su propio *Hyper-V*. En el año 2011, se comienza a añadir partes de *Xen* al *kernel* de *Linux* 2.6.37. *Xen Server* acaba por estar completamente añadido en el *kernel* de *Linux* 3.0.

### 2.1.2 Hipervisor

El hipervisor [7] (hypervisor) o gestor de máquinas virtuales (*virtual machine monitor*, *VMM*), es el componente software de una plataforma de virtualización que atiende operaciones de la CPU e instrucciones privilegiadas o protegidas provenientes de una máquina virtual. Además, es el encargado de realizar toda la gestión de peticiones, con su correspondiente respuesta, referidas a acceder a un recurso *hardware*. El hipervisor es usado por las técnicas de virtualización completa y paravirtualización. A continuación, se muestran los diferentes tipos de hipervisores [8]:

- **Nativos (*bare-metal* o tipo I):** componente software que se ejecuta directamente sobre el hardware físico, se carga antes que ningún sistema operativo huésped. Toda máquina virtual que desee acceder a un recurso *hardware*, lo hará a través de este hipervisor. A continuación, se muestran algunos productos comerciales que utilizan esta solución: *VMWare ESX-Server*, *Microsoft Hyper-V* y *Citrix Xen Server*.

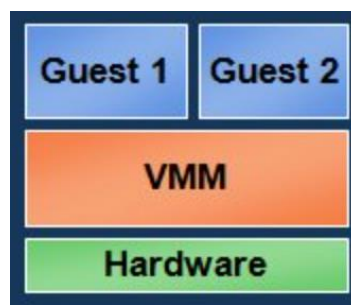


Figura 2 Hipervisor nativo.

- **Alojados (*hosted* o tipo II):** componente software que se ejecuta sobre el sistema operativo, se carga después de que el sistema operativo donde se encuentre alojado lo haya hecho. La capa de virtualización está a un nivel superior. A continuación, se muestran algunos productos comerciales que utilizan esta solución: máquina virtual de Java (JVM) y máquina virtual .NET (CLR).



Figura 3 Hipervisor alojado.

- **Híbridos:** la característica principal de este modelo es que, tanto el sistema operativo anfitrión como el hipervisor, pueden gestionar los recursos hardware. Las máquinas virtuales interactúan tanto con el hipervisor como con el sistema operativo. A continuación, se muestran algunos productos comerciales que utilizan esta solución: *Parallels*, *Virtual Box*, *VMware Server* y *Microsoft Virtual PC*.

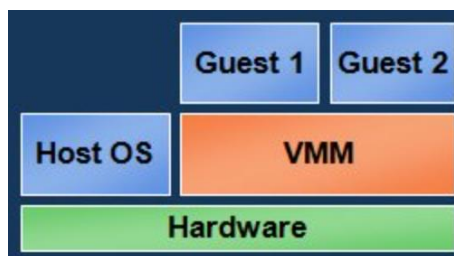


Figura 4 Hipervisor híbrido.

### 2.1.3 Tipos de virtualización

En esta sección, se muestran las técnicas de virtualización más utilizadas [3]. En esta sección se describirán los tres tipos de virtualización existentes: emulación, virtualización completa y paravirtualización.

#### 2.1.3.1 Emulación

Esta técnica se basa en la creación de máquinas virtuales, cuya finalidad es la de emular hardware de una plataforma *hardware*. Al tener una plataforma *hardware* huésped y otro anfitrión, toda instrucción necesitará ser traducida para que sea comprendida por las distintas plataformas *hardware*. En comparación con las otras dos técnicas de virtualización, este tipo resulta ser más caro y con menor rendimiento.

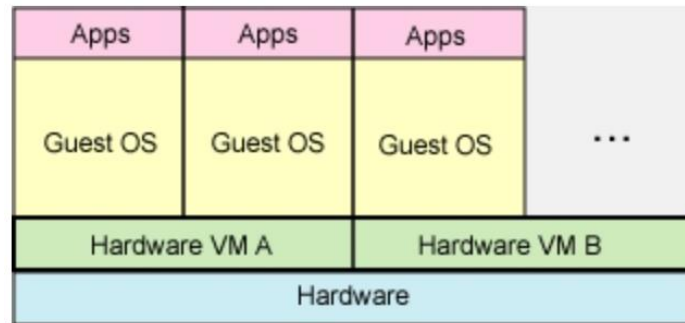


Figura 5 Emulación.

### 2.1.3.2 Virtualización completa

Permite la implementación de máquinas virtuales cuyo sistema operativo no se ha modificado, dado que se ha simulado el hardware suficiente. Tiene un hipervisor que permite el acceso concurrente a los recursos hardware por parte de los sistemas operativos huésped. Respecto al rendimiento, es superior al de la máquina virtual con la emulación, pero es menor que el de un sistema operativo nativo.

Los productos comerciales más conocidos que aplican esta técnica son: *VMware Workstation, Player, ESX y Server; Microsoft Hyper-V; QEMU; Sun VirtualBox*.

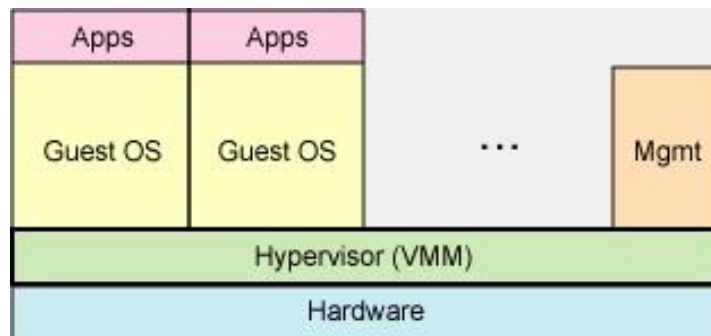


Figura 6 Virtualización completa.

### 2.1.3.3 Paravirtualización

Al contrario que con la virtualización completa, los sistemas operativos huésped, han de modificarse para que puedan ejecutarse sobre un hipervisor. La máquina virtual no tiene que simular todo el hardware. Los productos comerciales más populares que aplican esta técnica son: *Xen; implementaciones de KVM; Ubuntu; Virtual Iron*.

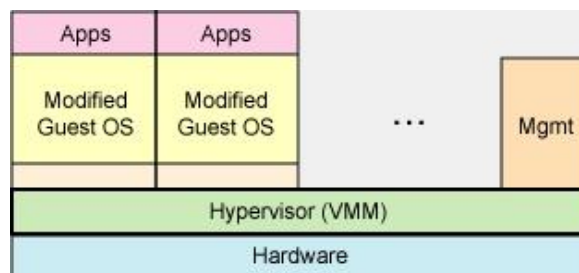


Figura 7 Paravirtualización.

#### 2.1.4 Ventajas y desventajas de la virtualización en servidores

La virtualización, como cualquier solución informática, tiene limitaciones, estas pueden provocar, en algunos casos, que no sea la solución idónea para un entorno específico. En esta sección, se muestran aquellas ventajas e inconvenientes que proporciona la virtualización.

Las ventajas que presenta la virtualización en servidores en producción son las siguientes:

- Menor consumo energético: en los entornos virtualizados se ahorra una notable cantidad de energía en los *CPD*, al agrupar un gran número de servidores los recursos energéticos se comparten.
- Uso de espacio reducido: en ubicaciones de los *CPD* donde el espacio escasea. Se podría sustituir los servidores obsoletos que ocupen muchas U por racks que ocupan muy pocas U.
- Ahorro económico de la empresa: si el dimensionamiento se realiza de manera correcta, se pueden desplegar nuevos servidores en un breve período de tiempo y sin que afecte al aspecto económico de la empresa.
- Fácil mantenimiento: la gestión de todos los servidores se realiza de manera remota, y a través de una interfaz unificada.
- Experimentación: al no suponer ningún sobre coste el despliegue de nuevos servidores, se pueden crear fácilmente laboratorios y servidores piloto.
- Fácil de gestionar: la mayoría de empresas que tengan una solución de virtualización, proporcionan una interfaz unificada que permite la gestión de los servidores de manera remota.
- Restauración del servicio rápida: en un entorno físico la recuperación de un servidor puede durar días/semanas, debido a que hay que ubicarse donde se encuentre el *CPD* donde se aloja el servidor dañado para intentar solucionarlo. Sin embargo, con un servidor virtualización puede reducirse el tiempo a minutos/horas, debido a la gestión remota.
- Reconocimiento de los diferentes mundos: se puede virtualizar cualquier tipo de producto, no se restringe a productos exclusivos de una compañía como *Microsoft*, sino permite tener servidores virtualizados y en producción sistemas *Windows*, *Linux*,...
- Escalabilidad.
- Diversidad de entornos de producción: permite la adaptación a cualquier tipo de escenario posible, se produce una clara separación entre el desarrollo, la integración y la producción, garantizando que ninguna de las tres afecte al resto.
- Facilidad para implementar de forma nativa sistemas de alta disponibilidad y balanceo de carga.



Los inconvenientes que presenta la virtualización en servidores en producción son los siguientes:

- Uso de espacio de disco elevado: para hacer uso de máquinas virtuales como servidores hay que realizar un sobredimensionamiento del espacio de disco, dado que la tasa de crecimiento de memoria en las máquinas virtuales no se puede estimar con mucha exactitud. El tener una máquina virtual con poco espacio, aumenta la probabilidad de que se agote su espacio libre de disco, provocando una parada de servicio de dicha máquina virtual.
- No todo es virtualizable: los sistemas operativos que se quieran usar para las máquinas deben de ser compatibles con la plataforma de virtualización usada. Por ejemplo, *VMware* no soporta los sistemas operativos de la compañía *Apple*.
- Formación necesaria: los conocimientos necesarios para poder implementar sistemas virtualizados son muy específicos.
- Ineficiencia en servicios que dependen del *hardware* subyacente, como es el caso de los servidores multimedia que requieren una gran cantidad de procesamiento gráfico.
- Rechazo social: provocado por la desconfianza a lo desconocido.

## 2.2 Cloud computing

La idea principal de “*Cloud Computing*” es la de proveer a los usuarios de servicios a través de Internet. Proporciona infraestructura informática que es interpretada como una “nube”, es decir, los clientes pueden usar los servicios proporcionados por dicha nube desde cualquier parte del mundo. Su principal pilar es ofrecer computación, almacenamiento y *software* como un servicio. A continuación, se muestran los motivos del auge del “*Cloud Computing*” en los últimos años :

- Promovido por grandes empresas de IT, dado que aprovechan mejor los avances más recientes en *software*, redes, almacenamiento y procesador.
- Administración y gestión de recursos centralizado, todos los recursos *hardware* y *software* que dispone la nube forman un conjunto.
- Enfocado hacia la informática empresarial: organizaciones industriales, instituciones financieras, organizaciones de salud, etc. En consecuencia, adquiere un papel de repercusión en la economía.
- Elasticidad de las aplicaciones distribuidas, los desarrolladores dejan de diseñar aplicaciones para un solo sistema.
- Enfoque financiero “*pay-as-you-go*”, es decir, se paga por adelantado un servicio antes de usarlo y sólo se pueden disponer de los servicios contratados. Permite una mayor aceptación y expansión. Por ejemplo, atrayendo nuevas aplicaciones.

Sin embargo, no es una tecnología perfecta. Todas las tecnologías tienen obstáculos que han de superarse para obtener el progreso de una tecnología determinada. Los obstáculos a los que se enfrenta esta tecnología son los siguientes:



- Disponibilidad de servicio, garantizar que el servicio en la nube no se va a interrumpir. Habitualmente tanto el proveedor de la nube como el cliente firman un SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio), que incluyen tiempo de respuesta, disponibilidad horaria,...
- Proveedores, una vez que un cliente contrata sus servicios, es muy costosa la migración a otro cliente. El Instituto de Nacional de Estándares y Normalización (NIST, Estados Unidos) intenta reducir este problema.
- Confidencialidad y auditoría de los datos.
- Rendimiento imprevisible provocado directamente por los recursos compartidos.
- Aparición de cuellos de botella provocados por la transferencia de datos. Este problema se puede disminuir usando técnicas de optimización de la memoria, como el empleo de localidad en los datos (almacenar datos dónde más se van a usar).

### 2.2.1 *Cloud público*

Los propietarios de la infraestructura ofertan sus servicios en la nube. La infraestructura se pone a disposición de cualquier tipo de cliente. Tiene las siguientes características:

- Alta escalabilidad.
- Costes más bajos.
- Incertidumbre sobre la calidad del servicio contratado.
- Incertidumbre sobre la seguridad, para el cliente la infraestructura IT es una caja negra.
- Difícil integración con clientes de varios países debido sus correspondientes legislaciones.
- Tiempo de respuesta de resolución de problemas alto.

#### 2.2.1.1 *Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud)*

Plataforma de “*Cloud Computing*” de la empresa *Amazon*, llamada *Amazon Web Services (AWS)*. *EC2* es un *Web Service* con una interfaz que permite instanciar máquinas virtuales con el sistema operativo que el cliente desee, desde distribuciones *Linux* hasta *NetBSD*. Está basado en la arquitectura de virtualización de *Xen*, cada máquina virtual instanciada actúa como un servidor virtual privado. Además, permite importar máquinas virtuales del entorno del usuario.

A continuación, se muestran los distintos tipos de almacenamiento que dispone la infraestructura: *S3* es un servicio de almacenamiento orientado a almacenar objetos demasiado grandes ( ~5TB); *Simple DB* es un servicio de almacenamiento orientado a almacenar datos no relacionales; *EBS (Elastic Block Store)* es un servicio de almacenamiento que ofrece volúmenes de almacenamiento persistentes a nivel de bloque, está enfocado a que estos bloques sean usado por las máquinas virtuales instanciadas en *EC2*. Tiene disponible un servicio de geo replicación de datos, es decir, tiene un bloque de datos replicados en otra parte del mundo.

*Amazon EC2* suministra distintos servicios a las máquinas virtuales instanciadas: *SQS* (*Simple Queue Service*) es el servicio de mensajería de las instancias basado en colas; *Cloud Watch*, sistema de monitorización de las instancias; *Cloud Front*, es una red de entrega de contenido, es la red que permite que llegue el servicio por las distintas instancias de un usuario a sus clientes finales; *Elastic* caché es el servicio de memoria caché de la infraestructura; *Cloud Formation* es el servicio que provee a los usuarios de diversas plantillas que facilitan la instanciación de máquinas virtuales; *Elastic Beanstalk* es un servicio orientado para los desarrolladores *Java*, *PHP* o *.NET Framework* que permite subir las aplicaciones desarrolladas por los usuarios para realizar su puesta en producción de manera rápida y sencilla. *Elastic Load Balancer* es un servicio que distribuye las peticiones entre las distintas instancias de una aplicación; *AWS Management Console* es el servicio que permite la gestión y administración de todas las instancias de un usuario a través de una única interfaz.

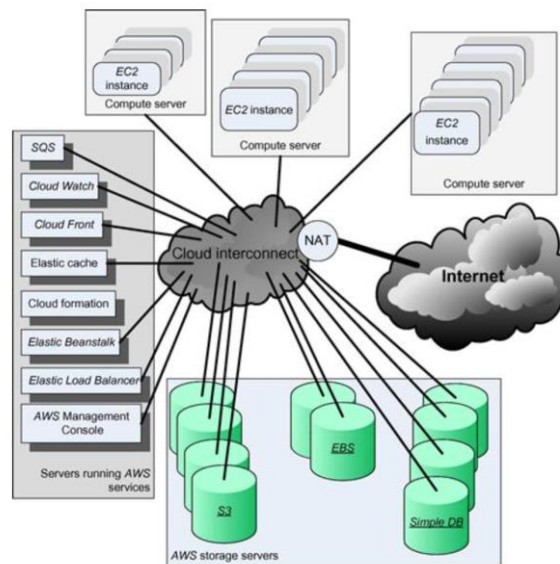


Figura 8 Arquitectura Amazon EC2.

#### 2.2.1.2 Microsoft Azure

Azure es la plataforma de “*Cloud Computing*” ofrecida por la empresa *Microsoft*. Está formado por 3 componentes claramente diferenciados: *Compute* es el entorno de computación de los usuarios; *Storage* permite un almacenamiento escalable de las instancias creadas por el usuario; *Fabric Controller* implementa, administra y monitoriza las aplicaciones, realiza el servicio de balanceo de carga, incluso elige los servidores físicos donde se alojará una máquina virtual para optimizar su utilización. El *CDN* (*Content Delivery Network*) es una caché de datos que agiliza las operaciones del usuario.

Solo permite migrar máquinas virtuales mediante *Hyper-V* (hipervisor de *Microsoft*). Sin embargo, ofrece soporte para productos cuyo propietario no es *Microsoft* como *Ubuntu Server* o bases de datos *Oracle*. Los usuarios que deseen desplegar una máquina virtual, deben ceñirse a las plantillas proporcionadas por *Microsoft Azure*.

Las soluciones de almacenamiento se dividen entre los siguientes tipos: *Blobs* contiene datos binarios, permiten que un rol de *Windows Azure* interactúe con el almacenamiento como si fuese un sistema de ficheros *NTFS* local; *Tables* permite almacenar datos estructurados, está orientado a almacenar bases de datos; *Queues* permiten comunicar las instancias de rol web (usadas para crear aplicaciones web) de manera asíncrona con instancias de rol de trabajo (permite ejecutar código basado en *Windows*). Además, tiene disponible un servicio de geo replicación de datos, es decir, tener datos replicados en otra parte del mundo.

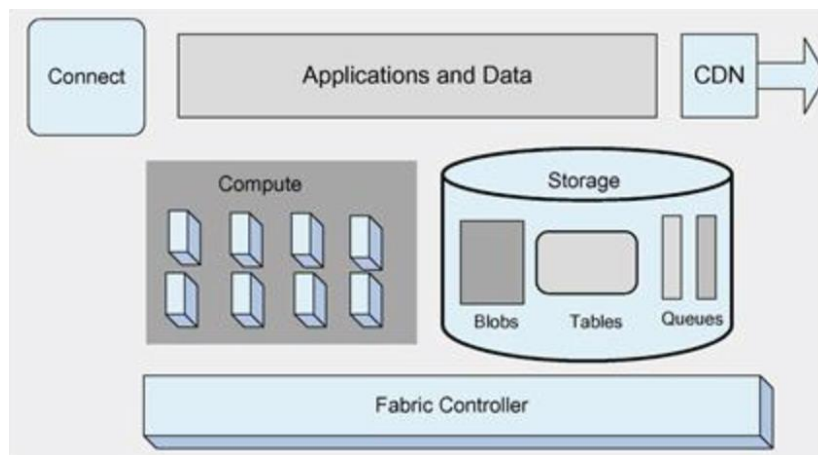


Figura 9 Infraestructura Microsoft Azure.

### 2.2.2 Cloud privado

Los propietarios utilizan la infraestructura para su propia organización. Normalmente, la propia infraestructura es administrada por sus propietarios, pero también podrían hacerlo a través de terceros. Operan solamente para una empresa. En resumen, proporcionan una solución local al llamado “*Cloud Computing*” en redes privadas. Tiene las siguientes características:

- Riesgo de obsolescencia de la infraestructura.
- Adaptabilidad a las necesidades de la empresa.
- Gestión y administración propias.
- Costes más altos.
- Tiempo de respuesta de resolución de problemas bajo.

### 2.2.2.1 VMware

En esta sección, se muestran los elementos básicos que la empresa *VMware Inc.* utiliza para ofertar sus distintas soluciones de virtualización.

#### 2.2.2.1.1 VMware Infrastructure

Es la plataforma de virtualización utilizada por la empresa VMware. Tiene las siguientes características:

- Robustez
- Escalable
- Fácil de administrar
- Flexible

*VMware Infrastructure* presenta la siguiente estructura. *Virtual Center (vCenter)*, es el gestor de la infraestructura de *VMware*. Es un conjunto de servicios que se ejecutan en un servidor con sistema operativo *Windows*, que puede añadir su funcionalidad añadiendo *plugins*. *vCenter* no administra todos los componentes relacionados con las máquinas virtuales como la cabina de almacenamiento o la electrónica de red, cuya administración y gestión depende de las herramientas que proporcione el fabricante. Proporciona las siguientes funcionalidades:

- *VMotion*: migración en caliente (en producción) de un servidor físico a otro.
- *DRS (Distributed Resource Scheduler)*: es un sistema de monitorización, que equilibra la utilización del espacio y la carga de E/S de almacenamiento. Establece un factor de carga óptimo para cada servidor del clúster. Si un servidor supera dicho parámetro, utilizando *VMotion* migrará la máquina virtual a otro servidor físico y volverá a recalcular dicho factor.
- *HA (High Availability)*: proporciona al sistema de alta disponibilidad. Las “*best practices*” recomiendan el uso de  $n+1$  servidores, siendo  $n$  el número de servidores mínimo para proporcionar un servicio determinado.
- *Consolidated Backup*: permite la realización de copias de seguridad de las máquinas virtuales

Máquinas Virtuales, conjunto de servidores que prestan un determinado servicio. *ESX Server*, es el hipervisor *bare-metal* de la plataforma de virtualización. En este nivel se encuentran los siguientes componentes:

- *Virtual SMP (Virtual Symmetric Multi-Processing)*: permite que una máquina virtual pueda hacer uso de uno o varios procesadores virtuales.
- *VMFS (Virtual Machine File System)*: es el sistema de ficheros de las máquinas virtuales, su finalidad es la de optimizar los accesos a disco de las máquinas virtuales. Además, permite el acceso concurrente por parte de los distintos servidores físicos.

Por último, se muestra una representación gráfica de los componentes descritos anteriormente.

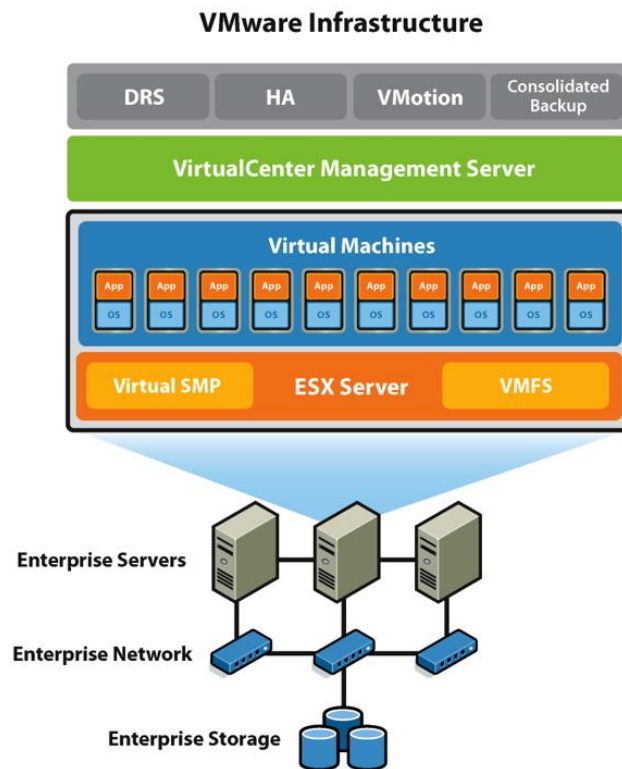


Figura 10 Principales componente de la infraestructura *VMware*.

#### 2.2.2.1.2 Converter

*VMware Converter* es un componente software que permite la conversión de un servidor físico a máquina virtual, ya sea en frío (no está en producción) o en caliente (está en producción). Además, permite la conversión de una máquina virtual en otra plataforma ajena a la plataforma de virtualización de *VMware*. A continuación, se muestran los diferentes tipos de conversión:

- *P2V (Physical to Virtual)*: el origen es un *host* físico.
- *i2V (image to Virtual)*: el origen es una imagen de *True Image*, *StorageCraft* o *Backup Exec System Recovery*.
- *V2V (Virtual to Virtual)*: el origen es otra máquina virtual, se utiliza sobre todo para importar máquinas virtuales a la plataforma de virtualización *VMware*.

#### 2.2.2.1.3 VMware Tools

Es un conjunto de drivers y utilidades que mejoran el rendimiento del sistema operativo alojado en una máquina virtual [9]. Los distintos componentes que lo forman se agrupan de la siguiente forma:

- *VMware Device Drivers*: sustituye gran parte de los drivers de hardware que necesita el sistema operativo para evitar problemas de compatibilidad y garantizar la conectividad de red
- *VMware Services*: servicios que permiten comunicar el sistema operativo huésped con el anfitrión
- *VMware User Process*: mejora todos los procesos que necesiten la interacción de un administrador, por el ejemplo, aportando la capacidad de copiar y pegar desde un sistema operativo anfitrión a uno huésped, y viceversa.

### 2.2.3 Docker

*Docker* [14] es una plataforma software *Open Source* que permite la ejecución de aplicaciones distribuidas. Su principal ventaja es el rápido despliegue de aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores de aplicaciones la puesta en producción de aplicaciones en sistemas compatibles con esta tecnología. Está basado en *LXC (Linux Container)*, un entorno virtual que permite realizar asignación de recursos mediante *cgroups*. Consta básicamente de dos partes:

- *Docker Engine*: posee un entorno de ejecución ligero (ocupa poco espacio) y portable, y herramienta de empaquetado.
- *Docker Hub*: es un servicio en la nube cuya finalidad es la de compartir aplicaciones y automatizar flujos de trabajo.

A continuación, se muestra dos imágenes que representan la arquitectura (a alto nivel) de un *docker* y una máquina virtual [15].

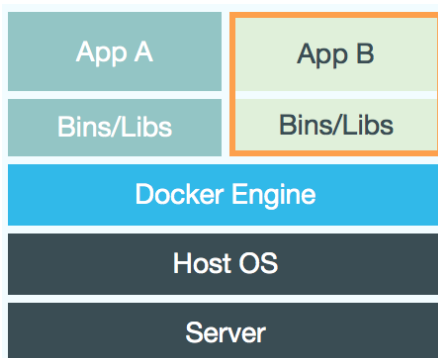


Figura 11 *Docker*.

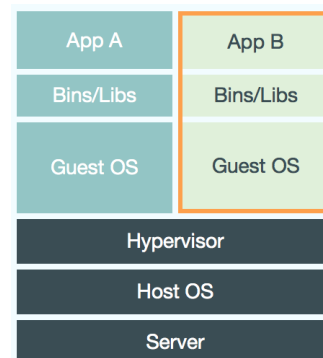


Figura 12 Máquina Virtual.

La principal diferencia entre ambas soluciones son las capas *software* que permiten virtualizar. Un *docker* permite la virtualización de librerías y de aplicaciones, está enfocado en el rápido despliegue, pudiendo abstraerse del sistema operativo. Una máquina virtual va más allá, utiliza un sistema operativo invitado para realizarlo, también ocupa más espacio en memoria. Una máquina virtual permite la preparación de entornos específicos para el despliegue de aplicaciones. Las opciones de configuración del *docker* son más limitadas, pudiendo llegar en algunos casos a no utilizar el máximo rendimiento de las aplicaciones.

#### 2.2.4 Comparación de las distintas soluciones de virtualización en cloud

En la siguiente sección, se muestra un análisis comparativo de las soluciones presentadas en este capítulo [26].

Tabla 1 Comparativa soluciones cloud.

	<i>Microsoft</i>	<i>Amazon</i>	<i>VMware</i>	<i>Docker</i>
<b>Precio</b>	✗	✗	✗	✓
<b>Disponibilidad</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Instalación</b>	✗	✗	✓	✗
<b>Mantenimiento</b>	✗	✗	✓	✗
<b>Soporte</b>	✗	✗	✓	✗
<b>Capacidad de virtualización</b>	✓	✓	✓	✗

Como se puede comprobar a simple vista, la solución de virtualización que más beneficios puede supeditar es la solución de *cloud computing* de *VMware*. Aunque el precio de la solución no sea el más económico. Es la solución que permite un mayor rendimiento debido a: se puede realizar una instalación personalizada adaptada a unas necesidades específicas; su mantenimiento no corre a cargos de terceras empresas; el soporte no comparten competencias entre departamentos, es decir, se pueden resolver las incidencias a la mayor brevedad posible. Todas las soluciones ofrecen una disponibilidad de 24x7.



## 3 ESTUDIO DEL PUNTO DE PARTIDA

En este capítulo, se presenta toda la información referente al cliente ficticio sobre el que se desarrolla el TFG. Comenzando con la información básica del cliente: quiénes son y los problemas que tienen. También, se recopila toda la información relevante en el aspecto IT para poder realizar el proyecto con la mayor completitud posible.

### 3.1 Información del cliente

La empresa se llama “Luabevic S.L.”, es una inmobiliaria formada en Mayo de 2004, se dedica a construir, arrendar, vender y administrar viviendas. Sólo tiene una oficina dónde opera, su domicilio social está la “Comunidad de Madrid”.

Desde su formación, la empresa ha cerrado cada año con balance positivo, es decir, todos los años han obtenido beneficios.

Actualmente, la empresa cuenta con 16 empleados, 2 de los cuales son los dueños de la empresa y son los responsables de la dirección de la misma. Dicha empresa se organiza en los siguientes departamentos:

- Dirección: 2 empleados
- Jurídico: 2 empleados
- Financiero: 2 empleados
- Comerciales: 8 empleados
- IT: 1 empleado
- Secretaría: 1 empleado

Uno de los dueños de dicha empresa ha contactado conmigo. Manifiesta su malestar con el servicio IT del que dispone actualmente la empresa. El responsable de IT se jubila, dejando su departamento inoperativo. Sus expectativas de crecimiento son positivas, por lo que quieren abrir otra sede en otra ciudad grande del país, concretamente, Barcelona. No saben si con los recursos IT de los que disponen, podrán afrontar toda la carga de trabajo a la que serán sometidos. Además, no tendrán ningún responsable que supervise los recursos IT de los que dispone la empresa. Por último, desean aumentar la plantilla, y abrir dos departamentos más para ofrecer mayores servicios.



### 3.2 Infraestructura

En esta sección, se ha documentado todos los aspectos relevantes de la infraestructura que dispone actualmente la empresa. Es de vital importancia conocer la topología de la red del cliente así como los elementos que la componen, ya que en base a ello, se realizará el nuevo diseño.

A continuación, se muestra un esquema de la infraestructura IT de la empresa.

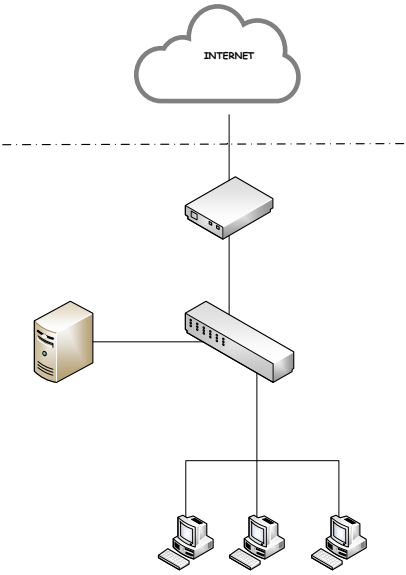


Figura 13. Esquema infraestructura inicial “Luabevic S.L.”.

En la Tabla 2 se muestra la leyenda utilizada en el esquema anterior:

Tabla 2. Leyenda infraestructura inicial “Luabevic S.L.”.

Descripción	Imagen
Servidor	
Switch	
Router	
Equipos de los usuarios	
Internet	

### 3.2.1 Sistemas de comunicaciones

En esta sección, se muestran toda la información relevante del apartado de comunicaciones de la empresa.

#### 3.2.1.1 Servicios Contratados

El proveedor de comunicaciones contratado que proporciona los servicios a la empresa, dispone de una red de comunicaciones asimétrica (fibra óptica). La red tiene las siguientes características:

- Ancho de banda de bajada: 50 Mbps
- Ancho de banda de subida: 5 Mbps
- 5 líneas de teléfono independientes

#### 3.2.1.2 Red

La empresa tiene un *switch* que hace la función de conmutador de la red, tiene las siguientes características [12]:

Tabla 3. Características del switch de la empresa “Luabevic S.L.”.

Nombre	luabevicSW
Nombre del producto	<i>Catalyst 2960-S Series PoE (Power over Ethernet)</i>
Tensión de entrada	100 - 240 V 4 – 8 A 50 – 60 Hz
Velocidad	10/100/1000 Mbps
Puertos <i>Ethernet</i>	24 puertos <ul style="list-style-type: none"><li>• Ocupados: 19 puertos</li><li>• Libres: 5 puertos</li></ul>

#### Red Luabevic

Red: 192.168.0.0/24 – Red IP de tipo C

Es la red en la que se encuentran conectados todos los equipos de los usuarios y el servidor de la empresa.

Gateway (Puerta de enlace): 192.168.1.1

### 3.2.2 Sistemas de cómputo

A continuación, se muestran las características del servidor que está prestando servicio a “Luabevic S.L.”

Tabla 4 Características del servidor de la empresa “Luabevic S.L.”.

Nombre	luabevicW2008x64
Nombre del producto	HP Proliant ML110 G6
Versión de la BIOS	027096
Fecha actualización BIOS	06/09/10
Memoria caché	Integrated 8MB Intel® Smart Cache
Chipset	Intel® 3420 chipset
Procesador	Intel® Xeon® X3430 (2.40GHz/4-core/8MB/95W, 1333, Turbo 1/1/2/3)
Memoria	4 GB
Controladora de almacenamiento	HP Embedded Smart Array B110i SATA RAID Controller (RAID 0/1/10)
Sistema operativo	Windows Server 2008 R2 x64
Credenciales	Local: (Admin/admin) Dominio: (Admin/admin)
Almacenamiento	2 x discos SATA de 500 GB en RAID 1 1 volumen de 500 GB 2 particiones en el volumen: C: 484 GB (NTFS) → 350 GB libres D: 16 GB (NTFS) → SWAP
Configuración de red	1 tarjeta de red IP: 192.168.101.23 Máscara de red: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.101.1
Rol	Controlador de dominio (DC) Servidor de ficheros (FS)

### 3.2.3 Configuración y datos

En este apartado se muestra toda la configuración e información que afecta directamente a la productividad de la empresa. Por ejemplo, los ficheros que utilizan.

#### 3.2.3.1 Dominio

A nivel de dominio tienen una Unidad Organizativa (UO) denominada “Empleados”, dentro de dicha UO contiene todos los usuarios que trabajan para “Luabevic S.L.”. La segregación entre los distintos departamentos, que componen la empresa, se realiza mediante los siguientes grupos ubicados en la misma UO:

- GRP\_Direccion
  - Número de usuarios: 2
  - Usuario para realizar pruebas: Antonio Ruiz Hernández (arh)
- GRP\_Juridico
  - Número de usuarios: 2
  - Usuario para realizar pruebas: María Pérez Carmona (mpc)
- GRP\_Financiero
  - Número de usuarios: 2
  - Usuario para realizar pruebas: Elsa Saiz España (ese)
- GRP\_Comercial
  - Número de usuarios: 8
  - Usuario para realizar pruebas: Aurora Berrocosa Esteban (abe)
- GRP\_IT
  - Número de usuarios: 1
  - Usuario para realizar pruebas: Tomás Jiménez Martín
- GRP\_Secretaria
  - Número de usuarios: 1
  - Usuario para realizar pruebas: Sandra Fernández Caballeira (sfc)

#### 3.2.3.2 Servidor de ficheros

Como hemos mencionado en la anterior sección, todos los usuarios pueden acceder a la totalidad de los archivos de los que dispone la empresa. Se *mapea* en cada equipo de los empleados de la siguiente manera: \\luabevic\. Se les presenta a los usuarios como “(X): Departamentos”, su contenido ocupa 75 GB de información.

Todos los usuarios tienen una GPO, denominada *GPO\_Shares*, cuya finalidad es compartir una carpeta para que todos los usuarios accedan a ella. Dicha carpeta, llamada “Luabevic”, contiene todos los ficheros que los integrantes de la empresa utilizan de forma regular.

### 3.3 Seguridad

Las medidas de seguridad de “Luabevic S.L.” son las siguientes:

- Todos los equipos tienen instalados el antivirus *Avast Free*.
- Todos los equipos tienen activado el *firewall* del sistema operativo *Windows*.

### 3.4 Expectativas de futuro

Ante el buen momento por el que pasa la empresa, los dueños han decidido abrir una nueva sede en otra ciudad grande del país. La ubicación de la nueva sede será en Barcelona, concretamente en la céntrica calle Gran Vía de les Corts Catalanes.

La nueva sede tendrá la misma organización que la sede de Madrid, es decir, realizará las mismas funciones. Además, debido al crecimiento que se va a producir en la empresa, se crearán dos departamentos: recursos humanos (RRHH) y analistas. Se producirá una recolocación de la plantilla, es decir, aún no se ha decidido que empleados trabajarán en una sede o en otra.

El único empleado que pertenece al departamento de IT se va a jubilar. Por motivos económicos, se ha decidido delegar la gestión y administración de todos los aspectos IT a una empresa externa.

Debido a todas estas expectativas, la empresa necesita conocer si actualmente con el *hardware* y el *software*, del que se dispone, es suficiente para afrontar los nuevos cambios. Además, la empresa es consciente que puede darse la situación de que se necesite realizar una nueva adquisición de material IT, tanto *hardware* como *software*.

### 3.5 Limitaciones actuales del cliente

En esta sección, se muestran las limitaciones actuales que tiene el cliente para poder llegar a satisfacer sus expectativas de futuro.

#### 3.5.1 Sistemas de comunicaciones

En este apartado, se muestran las limitaciones actuales en el apartado de comunicaciones de la empresa.

##### 3.5.1.1 Servicios Contratados

Los empleados de “Luabevic S.L.” tienen todos sus datos almacenados en el único servidor que la empresa dispone. El *CPD* se encuentra dentro de la propia oficina. Aunque los servicios contratados proporcionan una red asimétrica a la empresa, no se producen cuellos de botella en este aspecto. Dado que la velocidad de conexión interna de la oficina son 100 Mbps por puerto del *switch*, los usuarios no aprecian ningún tipo de retardo cuando se encuentran en producción.

Sin embargo, estos servicios contratados serían una de las principales causas en la aparición de cuellos de botella. En el supuesto caso de que los usuarios necesiten acceder constantemente a datos fuera de la red privada de la empresa.

##### 3.5.1.2 Red

El *switch* del que dispone la empresa dispone de 24 puertos, de los cuales sólo 5 están disponibles para su uso. La oficina de Madrid posee un *Patch Panel* de 22 puertos, debido a que en la propia oficina no pueden habilitar espacio físico para más empleados.

Todos los paquetes de datos que viajan a través del *switch*, lo hacen por la misma *vlan*. Todos los paquetes enviados o recibidos por los departamentos viajan por el mismo segmento de red. Esto deriva en los siguientes inconvenientes [13]:

- El tamaño del dominio de colisión es elevado, aumenta la probabilidad de que dos paquetes colisionen (sean transmitidos simultáneamente), disminuyendo el rendimiento de la red, y por lo tanto, ralentizando la productividad de la empresa
- El tamaño del dominio de difusión es grande, se realizan comunicaciones de tipo *broadcast* a equipos no deseados porque se realiza a toda la red privada de la empresa.
- El consumo de los equipos de los empleados aumenta, debido a que tiene que estar procesando constantemente un *broadcast*.
- No es escalable, el aumento de equipos enchufados al *switch* solo puede ralentizar la productividad de la empresa, al disminuir el rendimiento de los equipos de los empleados.

“Luabevic S.L.” al usar una red privada, dispone de un rango de direcciones IP muy amplio.

### 3.5.2 *Sistemas de cómputo*

El servidor atiende actualmente peticiones de dominio y de servidor de ficheros, es decir, tiene roles que no están relacionados. Cuantos más roles tenga un servidor, mayor número de peticiones atenderá. Los roles son usados intensamente por la empresa. El rol controlador de dominio aporta la lógica de la empresa, permitiendo a los usuarios autenticarse y el acceso a recursos compartidos. El rol de servidor de ficheros permite la compartición de ficheros a todos los empleados.

En esencia, el servidor de la empresa atiende a un gran número de peticiones de distintos tipos. Se produce un cuello de botella en el proceso de atención de una petición, derivando en una ralentización en el uso de los equipos de la empresa.

### 3.5.3 *Datos*

En este apartado, se muestran las limitaciones actuales del cliente en lo referido a los datos que disponen en el servidor físico.

#### 3.5.3.1 *Dominio*

Todos los objetos de usuario tienen las mismas políticas de dominio aplicadas. Todos los empleados pueden acceder a la totalidad de los archivos de la empresa, los datos entre Departamentos están expuestos al resto. Esto es un grave problema, especialmente con los ficheros que pertenecen a la carpeta de Dirección, dado que son los datos más sensibles que dispone la empresa. Dicha política aplicada puede provocar situaciones futuras de inestabilidad en la empresa: eliminación accidental de datos de departamentos ajenos, acceso a información privilegiada, etc.

### 3.5.4 Seguridad

El principal objetivo de un ataque informático a una empresa es la información que pueda almacenar dicha empresa. Los inconvenientes en el aspecto de la seguridad actuales son:

- No tienen ningún mecanismo de seguridad centralizado, sino que en cada equipo se encuentra instalado un software dedicado. Esta solución provoca la disminución del rendimiento del equipo de cada usuario. Se actualiza varias veces por semana, provocando que haya periodos que los equipos estén usando gran parte del ancho de banda. Todos estos aspectos provocan la ralentización de la producción de la empresa.
- Sólo está habilitado el *firewall* por defecto en los equipos. Los usuarios pueden acceder a cualquier página web, entrando en páginas altamente peligrosas que provoquen la entrada de *malware* en los equipos de la empresa. No hay ningún control sobre los protocolos de descarga de archivos, los usuarios pueden descargarse contenido de uso particular, pudiendo llegar a consumir todo el ancho de banda del que dispone la empresa.
- No hay ninguna limitación de las velocidades de subida y bajada de los equipos de la empresa. Puede provocar que si un equipo está realizando una actualización, en el proceso de descarga de dicha actualización puede llegar a consumir gran parte del ancho de banda disponible. En consecuencia, se produciría una ralentización de los equipos.

## 4 ANÁLISIS DEL SISTEMA

Antes de comenzar con el diseño de la nueva infraestructura IT, es necesario realizar un análisis exhaustivo de los diferentes componentes, tanto *hardware* como *software*, que formarán parte del sistema. También de todos aquellos aspectos/factores, que el cliente desee que se contemplen en el nuevo diseño.

Dicho análisis, consiste principalmente en establecer los requisitos que debe cumplir el futuro sistema a implementar.

Todos los requisitos recopilados en este capítulo han sido obtenidos en varias reuniones con el cliente. El empleado actual del departamento de IT ha colaborado, previa autorización de la dirección de la empresa, en la especificación de los requisitos para alcanzar la máxima completitud posible.

### 4.1 Especificación de requisitos

Para la definición de los diferentes requisitos [1], se utilizarán un conjunto de tablas preconcebidas, como la que se muestra en la siguiente plantilla:

Tabla 5 Especificación de requisitos

ID		Necesidad	
Nombre		Fecha	
Descripción			
Prioridad			
Verificabilidad			
Fuente			

La descripción de cada uno de los campos de esta plantilla es la siguiente:

- **ID:** identificador asociado a cada uno de los requisitos. Este identificador debe ser unívoco y su nomenclatura viene dada por:
  - RF-XXX: indica que se trata de un requisito funcional, siendo XX un número incremental único dentro de los requisitos funcionales, cuyo comienzo será 001.
  - RN-XXX: indica que se trata de un requisito no funcional, siendo XXX un número incremental único dentro de los requisitos no funcionales, cuyo comienzo será 001.
- **Necesidad:** indica si el requisito es esencial u opcional.
- **Nombre:** nombre descriptivo del requisito.
- **Fecha:** indica la fecha en la que se documentó el requisito.



- **Descripción:** explicación detallada del requisito.
- **Prioridad:** indica la urgencia con la que el requisito debe ser resuelto, puede tomar los valores “Alto”, “Medio” y “Bajo”.
- **Verificabilidad:** indica si el requisito puede ser verificado mediante alguna prueba o no.
- **Fuente:** fuente de la que se ha obtenido el requisito.

#### 4.1.1 Requisitos funcionales

Especifican la funcionalidad o servicios que se deben proporcionar.

<b>ID</b>	RF-001	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Segregación de recursos I	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Los usuarios que no pertenezcan a “Dirección” sólo podrán acceder a los ficheros del departamento al que pertenezcan.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RF-002	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Segregación de recursos II	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Los usuarios que pertenezcan al departamento de “Dirección” podrán acceder a la totalidad de los archivos que dispone la empresa.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RF-003	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Segregación de recursos III	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Los empleados de las distintas sedes y que pertenezcan al mismo departamento podrán acceder a los mismos recursos de igual manera.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RF-004	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Nuevos departamentos	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Se añadirán los siguientes departamentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos Humanos (RRHH)</li> <li>Analistas</li> </ul>		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RF-005	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Seguridad	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Los empleados no podrán acceder a contenido altamente peligroso: como páginas de descargas, pornografía, etc.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RF-006	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Sistema Operativo	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	Las máquinas virtuales soportarán sistemas operativos Windows y Linux.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-007	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	QoS	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	La calidad del servicio de los enrutadores de las distintas sedes tendrá que cumplir los siguientes mínimos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tráfico de salida máximo: 5 Mbps</li> <li>Tráfico de entrada máximo: 20 Mbps</li> </ul>		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-008	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	AD	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	La empresa mantendrá toda la semántica del dominio, por lo tanto, se implementará sobre una infraestructura <i>Active Directory</i> .		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-009	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	CIFS	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	El sistema de almacenamiento distribuido usará el protocolo de compartición de ficheros <i>CIFS (Samba)</i> .		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-010	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Cloud	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	Los servicios ofrecidos a las distintas sedes estarán centralizados en un <i>cloud</i> .		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-011	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Copia de seguridad	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	La plataforma de virtualización sobre la que se implementé la solución deberá tener un servicio de recuperación de máquinas virtuales en caso de que una máquina virtual quede inservible.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-012	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Fuera del trabajo	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	Los empleados no podrán acceder a datos internos de la empresa si no están en una de las sedes y conectados a la red de la empresa.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-013	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Cuellos de botella	<b>Fecha</b>	28/02/2015
<b>Descripción</b>	Los canales de comunicación de cada sede tendrán un ancho de banda de 1 Gbps.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-014	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Instalación <i>software</i>	<b>Fecha</b>	15/03/2015
<b>Descripción</b>	Los empleados no podrán instalar <i>software</i> sin el consentimiento de la dirección de la empresa y sin la aprobación del responsable de IT de la empresa.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-015	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Tolerancia fallos	<b>Fecha</b>	19/03/2015
<b>Descripción</b>	La empresa deberá seguir funcionando ante cualquier corte de luz de la oficina.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente(IT)		

<b>ID</b>	RF-016	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Nuevos empleados	<b>Fecha</b>	21/03/2015
<b>Descripción</b>	Se crearán dos nuevos usuarios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Eduardo Sotoca Grande (RRHH).</li> <li>Rodrigo Pardo Quevedo (Analistas).</li> </ul>		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RF-017	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Prohibir descargas	<b>Fecha</b>	21/03/2015
<b>Descripción</b>	Se prohibirá el tráfico <i>P2P</i> .		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

#### 4.1.2 *Requisitos no funcionales*

Imponen restricciones en el proceso de desarrollo.

<b>ID</b>	RN-001	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Parada de producción	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	Los empleados no notarán cambio alguno en su manera de trabajar.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RN-002	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Aumento de carga	<b>Fecha</b>	23/02/2015
<b>Descripción</b>	El sistema deberá soportar la carga de trabajo actual y tendrá una previsión de crecimiento del 100% en los próximos 4 años.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (Management)		

<b>ID</b>	RN-003	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Escalabilidad	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	La solución deberá estar abierta a la posible incorporación de nuevos servicios (correo electrónico, compartición de ficheros,...).		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente (IT)		

<b>ID</b>	RN-004	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Desconexión de una sede	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	Si una sede sufre una caída del servicio ( <i>Internet</i> ), la otra sede podrá seguir trabajando.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente(Management)		

<b>ID</b>	RN-005	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Reutilización del <i>hardware</i>	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	En la nueva solución se deberá reutilizar el hardware de la infraestructura actual.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente(IT)		

<b>ID</b>	RN-006	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Igualdad sedes	<b>Fecha</b>	27/02/2015
<b>Descripción</b>	Tanto la sede de Madrid como la de Barcelona, se beneficiarán de los mismos servicios.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente(Management)		

<b>ID</b>	RN-007	<b>Necesidad</b>	Esencial
<b>Nombre</b>	Seguridad	<b>Fecha</b>	28/02/2015
<b>Descripción</b>	En cualquier momento se podrán cambiar las políticas de seguridad de la empresa.		
<b>Prioridad</b>	Alta		
<b>Verificabilidad</b>	Si		
<b>Fuente</b>	Cliente(IT)		

## 5 DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo describe el diseño que presentará la nueva infraestructura IT de la empresa. En primer lugar, se muestra la propuesta del diseño que se va a implementar. Dicha solución, aparece reflejada mediante un esquema acompañado de una explicación de todo factor relevante en la solución a implementar.

Finalmente, se muestran las alternativas de diseño de la nueva infraestructura IT de la empresa. También, existe un apartado en el que se muestran los requisitos del cliente que cumplen los distintos diseños.

### 5.1 Propuesta de solución

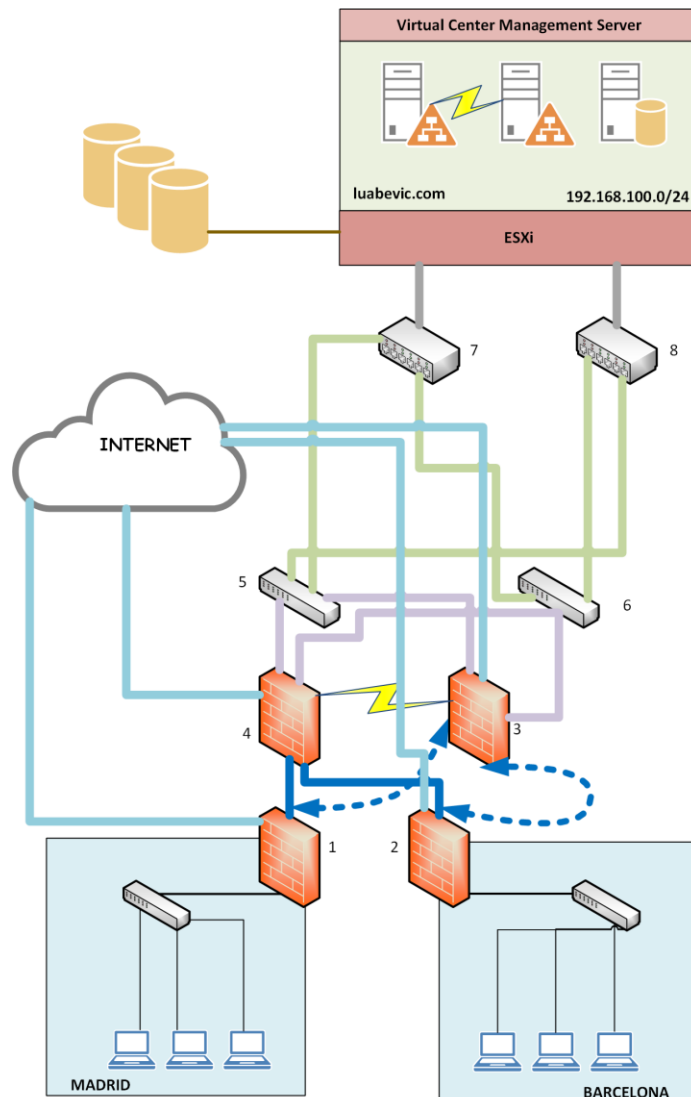

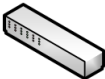

















Figura 14 Esquema de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”.



En la siguiente tabla se muestra la leyenda utilizada en el esquema anterior:

Tabla 6. Leyenda del esquema de la propuesta de la solución para la empresa "Luabevic S.L.".

Descripción	Imagen
<i>Firewall(Fortigate)</i>	
<i>Switch</i>	
<i>Fabric Interconnect</i>	
Servidor con rol de controlador de dominio	
Servidor con rol de servidor de ficheros	
Cabina de almacenamiento	
Equipos de los usuarios	
Sede	
<i>Internet</i>	
Sincronización	
Conexión <i>firewall</i> sede pasiva	
Conexión <i>firewall</i> sede activa	
Conexión <i>Fabric Inteconnect-ESXi</i>	
Conexión a <i>Internet</i>	
Conexión cabina de almacenamiento- <i>ESXi</i>	
Conexión <i>switch-Fabric Interconnect</i>	
Conexión <i>firewall cloud-switch</i>	
Conexión sede	

### 5.1.1 Cloud público

En esta sección, se explica el entramado de red entre cada una de las sedes y los servidores correspondientes a la empresa “Luabevic S.L.”.

Los *fortigate* 4 (F4) y 5 (F5) forman un clúster (Activo-Pasivo), el nodo del clúster que está en producción es el F4, el nodo F5 está sincronizado con el F4 (tiene replicada toda la configuración), sólo se pone este nodo en producción cuando el nodo F4 deje de prestar servicio, este cambio se realiza automáticamente. Se creará una *VPN* entre este clúster y el *fortigate* 1 (F1), garantizando la transmisión de paquetes seguros entre los servidores y sus correspondientes clientes ubicados en la sede de Madrid. De igual manera, se creará otra *VPN* con el *fortigate* 2 (F2) ubicado en la sede de Barcelona. Todo *fortigate* tendrá conexión a internet.

En el F4 se deberá crear una red, con el rango de direcciones IP correspondiente a la red Cloud. En el F1 y F2 se realizará la misma acción, para las redes correspondientes a sus sedes.

F4 y F5 están conectados al clúster de *switches* (SW) del *cloud*. Están conectados a uno de cada nodo que constituye el clúster de *switches*, aportando redundancia a la red. Aumentando la tolerancia a fallos en la red. Además, se añadirá una nueva *vlan* en el clúster de *switches* ubicado en el *cloud*. Dicha *vlan* será denominada “Luabevic”, y tendrá asignado como ID 48.

De manera similar, el clúster de *switches* está conectado a un clúster de *Fabric Interconnect* (FI), este clúster facilita la administración y gestión del clúster de *ESXi* sobre los que se crea y ejecutan las máquinas virtuales. Además, en el clúster de FI se creará una nueva *vlan* y una nueva *vlan appliance* con el ID 48, correspondiente a la *vlan* creada en el clúster de *switches* del paso anterior, para que los *ESXi* puedan poner la tarjeta de red de los servidores a la red *cloud* de “Luabevic”.

Las características principales de este esquema de red son la redundancia y alta disponibilidad de los nodos, es decir, desde un punto del esquema a otro se puede ir por diferentes rutas. Si la ruta elegida falla, hay otra ruta que permitirá llegar al destino.

### 5.1.2 Sistemas de comunicaciones

En esta sección, se muestran las modificaciones a realizar en el apartado de comunicaciones de la empresa.

### 5.1.2.1 Servicios Contratados

El proveedor de comunicaciones con quién tiene contratados los servicios la empresa les proporcionará una red de comunicaciones simétrica (Solución Empresarial), en las dos sedes. Con las siguientes características:

- Ancho de banda de bajada: 20 Mbps.
- Ancho de banda de subida: 20 Mbps.
- 8 líneas de teléfono independientes, una por cada departamento.

### 5.1.2.2 Red

La empresa ya disponía de un *switch* que hace la función de conmutador de la red en la sede de Madrid. Para la sede de Madrid, se ha adquirirá un *switch* de las mismas características. A continuación, se muestran las características básicas del *switch*: [12]

Tabla 7 Nueva configuración *switch*.

Nombre	Switches Sedes
Nombre del producto	Catalyst 2960-S Series PoE (Power over Ethernet)
Vlan	6 vlan: <ul style="list-style-type: none"><li>• Direccion: ID 21</li><li>• Secretaria: ID 22</li><li>• Comercial: ID 23</li><li>• RRHH: ID 24</li><li>• IT: ID 25</li><li>• Analistas: ID 26</li><li>• Financiero: ID 27</li><li>• Jurídico: ID 28</li></ul>

Además, se añadirá una nueva *vlan*, en el clúster de *switches* ubicado en el *cloud*. Dicha *vlan* será denominada “LUABEVIC\_CLOUD”, y tendrá asignado como ID 48.

### Red Luabevic

Luabevic pasará a tener tres redes, cada una con su correspondiente rango de direcciones.

- Red Cloud: red donde estarán alojados todos los servidores que dispone la empresa.
  - Rango de direcciones: 192.168.100.0/24
  - Red IP de tipo C.
  - Gateway (Puerta de enlace): 192.168.100.1
- Red sede Madrid: red donde estarán conectados todos los equipos correspondiente a la sede de Madrid
  - Rango de direcciones: 192.168.101.0/24

- Red IP de tipo C.
- *Gateway* (Puerta de enlace):192.168.101.1
- Red sede Barcelona: red donde estarán conectados todos los equipos correspondiente a la sede de Barcelona
  - Rango de direcciones: 192.168.102.0/24
  - Red IP de tipo C.
  - *Gateway* (Puerta de enlace):192.168.102.1

### 5.1.3 *Sistemas de cómputo*

Debido a que el servidor que disponía la empresa tenía asignadas las funciones de dos roles distintos, tenía que atender un gran número de peticiones. La empresa contará con 3 servidores. Cada servidor tendrá asignado un único rol.

- luabevicdc01: tendrá asignado el rol de controlador de dominio primario.
- luabevicdc02: tendrá aginado el rol de controlador de dominio secundario.
- luabevicfs01: tendrá asignado el rol de servidor de ficheros. Contendrá todos los ficheros contenidos en el recurso compartido “Luabevic”.

Ambos controladores de dominio, estarán sincronizados, es decir, los objetos creados en un controlador de dominio se replicarán en el otro controlador de dominio restante. No se va a crear el dominio desde cero, sino que se realizará una migración de la semántica contenida en el servidor que presta servicio a la empresa.

A continuación, se muestran las características de los servidores que estarán prestando servicio a “Luabevic S.L.”

Tabla 8 Características controladores de dominio.

Nombre	luabevicdc01/luabevicdc02
<b>Rol</b>	Controlador de dominio (DC)
<b>Sistema Operativo</b>	<i>Windows Server 2012 R2 Standard (x64)</i>
<b>Hardware Virtual</b>	1 x vCPU 2 GB de RAM
<b>Memoria</b>	60 GB

Tabla 9. Características servidor de ficheros.

Nombre	Luabevicfs01
<b>Rol</b>	Servidor de ficheros (FS)
<b>Sistema Operativo</b>	<i>Windows Server 2012 R2 Standard (x64)</i>
<b>Hardware Virtual</b>	1 x vCPU 4 GB de RAM
<b>Memoria</b>	120 GB

#### 5.1.4 Seguridad

En esta sección, se muestran las modificaciones a realizar en el aspecto de seguridad IT de la empresa. El aspecto de seguridad se ha desglosado en los siguientes puntos.

##### 5.1.4.1 Perimetral

Estas soluciones protegerán la *intranet* (redes de confianza: *cloud* y sedes) de *Internet*.

El único tráfico permitido entre las sedes y el *cloud* será el que necesite la intervención de los controladores de dominio (por ejemplo, autenticar a un usuario o aplicar políticas) o el destinado al intercambio de ficheros mediante *CIFS*. El resto de paquete con otros destinos será rechazado.

Los únicos protocolos de red permitidos para navegar por Internet desde cualquier host de la empresa (incluidos servidores) serán *HTTP* y *HTTPS*. También, se bloquearán todas las páginas web catalogadas por *Fortinet* como:

- Pornográfico (*Adult/Mature Content*)
- Consume mucho ancho de banda (*Bandwidth Consuming*)
- Suponga un riesgo de seguridad (*Security Risk*)

Se analizarán todos los paquetes que usen el protocolo *HTTP*, si se detecta algún virus en algún paquete se eliminará automáticamente.

##### 5.1.5 Puesto de usuario

Todos los equipos de los usuarios tendrán instalado el software “*Microsoft Security Essentials*”. Debido a que es gratuito y no implica una disminución del rendimiento del ordenador.

## 5.2 Alternativas de diseño

En este apartado se muestran otras alternativas de diseño, que no cumplían todos los requisitos del cliente, pero si la gran mayoría. Se ha estudiado la viabilidad de cada alternativa. Sin embargo al no cumplir con los requisitos establecidos, se han descartado.

### 5.2.1 Alternativa 1

Mantenemos el servidor que disponía la empresa, ambas sedes envían peticiones al mismo servidor ubicado en la sede de Madrid.

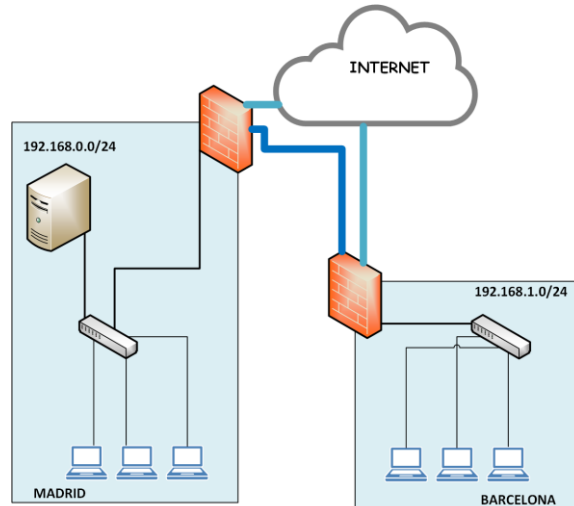


Figura 15 Esquema alternativa I de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”.

### 5.2.2 Alternativa 2

Adquisición de otro servidor de similares características del que dispone la empresa. Cada servidor atiende las peticiones que provengan de la sede en la que se encuentre. Ambos servidores están sincronizados.

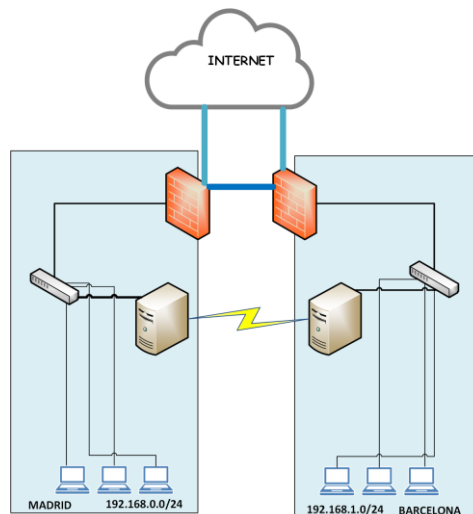


Figura 16 Esquema alternativa II de la solución para la empresa “Luabevic S.L.”.

### 5.3 Matriz de trazabilidad de requisitos

En este apartado se muestran los requisitos que cumplen las distintas soluciones aportadas.

Tabla 10 Cumplimiento de requisitos por las soluciones propuestas.

Requisitos	Solución	Alternativa 1	Alternativa 2
RF-001	✓	✓	✓
RF-002	✓	✓	✓
RF-003	✓	✗	✓
RF-004	✓	✓	✓
RF-005	✓	✓	✓
RF-006	✓	✗	✗
RF-007	✓	✓	✓
RF-008	✓	✓	✓
RF-009	✓	✓	✓
RF-010	✓	✗	✗
RF-011	✓	✗	✗
RF-012	✓	✓	✓
RF-013	✓	✗	✗
RF-014	✓	✓	✓
RF-015	✓	✓	✓
RF-016	✓	✓	✓
RF-017	✓	✓	✓
RN-001	✓	✗	✓
RN-002	✓	✗	✗
RN-003	✓	✗	✗
RN-004	✓	✗	✓
RN-005	✓	✓	✓
RN-006	✓	✓	✓
RN-007	✓	✓	✓

## 6 IMPLEMENTACIÓN Y DESPLIEGUE

En este capítulo, se muestran los pasos realizados en la implementación de la nueva infraestructura IT. Dicha implementación se puede dividir en 4 puntos, claramente diferenciados: Sistemas de comunicaciones, Sistemas de cómputo, y Migración de la configuración y datos.

### 6.1 Sistemas de comunicaciones

#### 6.1.1 Fabric Interconnect del cloud

En este apartado se crearán las *vlan* dentro de los *ESXi* para que puedan ser añadidas a los servidores de la empresa. Se ha utilizado el programa *CUCSM* (*Cisco Unified Computing System Manager*), realizando los siguientes pasos:

Creación de la *vlan* que permite la comunicación entre los servidores de la empresa y sus empleados.

- LAN > LAN Cloud > VLANs (clic-d) > Create VLAN
  - VLAN Name/Prefix: LUABEVIC\_CLOUD
  - VLAN IDs: 48
- LAN > Appliances > VLANs (clic-d) > Create VLAN
  - VLAN Name/Prefix: LUABEVIC\_CLOUD\_App
  - VLAN IDs: 48

Añadir a cada *ESXi* la *vlan* que se acaba de crear, este paso se debe de realizar una vez por cada tarjeta de red que disponga el *router*.

- Servers > Service Profiles > ESX1 > vNICS > vNIC vNic0 > General > Modify VLANs > Seleccionar "LUABEVIC\_CLOUD"

#### 6.1.2 Switch

Con la división del tráfico de la empresa en diferentes *vlan* se obtiene las diferentes ventajas:

- El tamaño del dominio de colisión es bajo, disminuye la probabilidad de que dos paquetes colisionen (sean transmitidos simultáneamente), aumentando el rendimiento de la red, es decir, no se ralentiza la productividad de la empresa
- El tamaño del dominio de difusión es bajo, se realiza *broadcast* a equipos deseados porque se realiza un segmento de la red concreto.
- El consumo de los equipos de los empleados disminuye, debido a que ya no se tiene que estar procesando constantemente un *broadcast*.



### 6.1.3 *Switch del cloud*

En este apartado, se detalla la configuración implementada en el clúster de *switches* pertenecientes al *cloud* público ajeno a la empresa.

En primer lugar, se crea la *vlan* asignada a “Luabevic S.L.”:

```
enable

configure terminal

vlan 48

name LUABEVIC_ CLOUD

exit
```

En segundo lugar, se configuran los puertos del *switch* por donde irá todo el tráfico en el *cloud* y las distintas sedes:

```
enable

configure terminal

interface gi1/0/10

description CLIENTES_1

switchport trunk allowed vlan 48

switchport mode trunk

spanning-tree portfast

exit

Interface gi2/0/10

description CLIENTES_2

switchport trunk allowed vlan 48

switchport mode trunk

spanning-tree portfast
```

Se han configurado un puerto en cada nodo del clúster de *switches* que haya alta disponibilidad, es decir, si uno de los nodos falla la productividad de la empresa no se verá afectada. Además, los puertos están configurados en modo *trunk* para que el puerto pueda tener configurado más de una *vlan*, este puerto es el destinado a todas las *vlan* del cloud de las distintas empresas cliente. Como en este esquema de red hay redundancia, los puertos están configurados con `spanning-tree portfast` para evitar la generación de bucles que impidan que los paquetes lleguen a su destino.

#### 6.1.4 Switch de la sedes

En este apartado, se detalla la configuración implementada en los *switches* pertenecientes a las sedes de la empresa ubicadas en Barcelona y Madrid. Ambos *switches* tendrán la misma configuración.

En primer lugar, se crea las *vlan*s correspondientes a cada uno de los departamentos que dispone la empresa:

```
enable                                                    exit
configure terminal                                       vlan 25
vlan 21                                                    name IT
name DIRECCION                                           exit
exit                                                      vlan 26
vlan 22                                                    name ANALISTAS
name SECRETARIA                                          exit
exit                                                      vlan 27
vlan 23                                                    name FINANCIERO
name COMERCIAL                                           exit
exit                                                      vlan 28
vlan 24                                                    name JURIDICO
name RRHH                                                exit
```

Todos los puertos de los *switches* se tienen en común las siguientes líneas:

```
switchport mode access
spanning-tree portfast
```

A diferencia del anterior apartado, los puertos solo van a soportar el tráfico correspondiente a una sola *vlan*. Por ello están todos los puertos configurados en modo *access*. De igual manera que en el apartado anterior, los puertos están configurados con `spanning-tree portfast` para evitar la generación de bucles que impidan que los paquetes lleguen a su destino.

La única diferencia entre los puertos es la *vlan* a la que pertenece, un ejemplo de un puerto destinado a un uso por el departamento de Jurídico queda de la siguiente forma:

```
Interface gil/0/7
description JURIDICO
switchport access allowed vlan 28
switchport mode access
spanning-tree portfast
```

Por último, se asigna una IP de administración al *switch* de cada sede:

```
interface vlan 25 ip address 192.168.105.2 255.255.255.0  
interface vlan 25 ip address 192.168.115.2 255.255.255.0
```

A continuación, se muestra una tabla donde aparecen reflejados las direcciones IP correspondientes a los distintos departamentos que conforman la empresa en las dos sedes:

**Tabla 11. Asignación de direcciones IP.**

Sede	Departamento	Vlan	IP
Madrid	Dirección	21	192.168.101.0/24
Madrid	Secretaría	22	192.168.102.0/24
Madrid	Comercial	23	192.168.103.0/24
Madrid	RRHH	24	192.168.104.0/24
Madrid	IT	25	192.168.105.0/24
Madrid	Analistas	26	192.168.106.0/24
Madrid	Financiero	27	192.168.107.0/24
Madrid	Jurídico	28	192.168.108.0/24
Barcelona	Dirección	21	192.168.111.0/24
Barcelona	Secretaría	22	192.168.112.0/24
Barcelona	Comercial	23	192.168.113.0/24
Barcelona	RRHH	24	192.168.114.0/24
Barcelona	IT	25	192.168.115.0/24
Barcelona	Analistas	26	192.168.116.0/24
Barcelona	Financiero	27	192.168.117.0/24
Barcelona	Jurídico	28	192.168.118.0/24

### 6.1.5 Red Virtual Center

En este apartado, se muestra como se ha añadido la red correspondiente a la empresa de tal manera que pueda ser añadida a sus correspondientes servidores. El siguiente procedimiento se ha realizado con cada uno de los *ESXi*:

- VMware vSphere Client > Home > Inventory > Host and Clusters > Seleccionar ESXi > Configuration > Hardware > Networking > Add Networking > Connection Types: Virtual Machines > Seleccionar: Use vSwitch0 > Network Label: LUABEVIC\_CLOUD; VLAN ID: 48

## 6.2 Sistemas de cómputo

En este apartado, se detalla toda la información relacionada con el despliegue de los servidores que proveen servicio a la empresa. Se ha creado una carpeta “Luabevic” que contiene los servidores que disponibles en la empresa. En la creación de cada servidor se ha seguido los siguientes pasos:

Para crear las máquinas virtuales que hacen la función de servidores de la empresa:

- Vmware vSphere Client > Home > Inventory > VMs and Templates > Luabevic (clic-d) > New Virtual Machine

Para instalar el sistema operativo “Windows Server 2012 R2 Standard x64”:

- Seleccionar la máquina virtual (clic-d) > Edit Settings > CD/DVD drive 1 > Datastore ISO file > Seleccionar la imagen: w2012\_r2\_x64.iso > OK

Por último, las características de los servidores desplegados son las siguientes:

Tabla 12. Especificaciones controlador de dominio luabevicdc01.

Nombre	luabevicdc01
<b>Rol</b>	Controlador de dominio (DC)
<b>Sistema Operativo</b>	<i>Windows Server 2012 R2 Standard (x64)</i>
<b>Hardware Virtual</b>	1 x vCPU 2 GB de RAM
<b>Credenciales</b>	Local: (Administrator/LuaB3vic.11) Dominio: (Administrator/LuAb3v1c)
<b>Configuración de red</b>	1 tarjetas de red ( <i>VMXNET 3</i> ) IP: 192.168.100.110 Máscara de red: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1 DNS primario: 127.0.0.1 DNS alternativo: 192.168.100.111
<b>Configuración del almacenamiento</b>	2 discos duros virtuales ( <i>vDisk</i> ) sobre un volumen <i>SATA</i> . C: 60 GB ( <i>NTFS</i> ) D: 16 GB ( <i>NTFS</i> ) → SWAP

**Tabla 13. Especificaciones controlador de dominio luabevicdc02.**

Nombre	luabevicdc02
<b>Rol</b>	Controlador de dominio (DC)
<b>Sistema Operativo</b>	<i>Windows Server 2012 R2 Standard (x64)</i>
<b>Hardware Virtual</b>	1 x vCPU 2 GB de RAM
<b>Credenciales</b>	Local: (Administrator/LuaB3vic.11) Dominio: (Administrator/LuAb3v1c)
<b>Configuración de red</b>	1 tarjetas de red ( <i>VMXNET 3</i> ) IP: 192.168.100.111 Máscara de red: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1 DNS primario:127.0.0.1 DNS alternativo: 192.168.100.110
<b>Configuración del almacenamiento</b>	2 discos duros virtuales ( <i>vDisk</i> ) sobre un volumen <i>SATA</i> . C: 60 GB ( <i>NTFS</i> ) D: 16 GB ( <i>NTFS</i> ) → SWAP

**Tabla 14. Especificaciones controlador de dominio luabevicfc01.**

Nombre	luabevicfc01
<b>Rol</b>	Servidor de ficheros (FS)
<b>Sistema Operativo</b>	<i>Windows Server 2012 R2 Standard (x64)</i>
<b>Hardware Virtual</b>	1 x vCPU 4 GB de RAM
<b>Credenciales</b>	Local: (Administrator/LuaB3vic.11) Dominio: (Administrator/LuAb3v1c)
<b>Configuración de red</b>	1 tarjetas de red ( <i>VMXNET 3</i> ) IP: 192.168.100.113 Máscara de red: 255.255.255.0 Puerta de enlace: 192.168.0.1 DNS primario:192.168.100.110 DNS alternativo: 192.168.100.111
<b>Configuración del almacenamiento</b>	2 discos duros virtuales ( <i>vDisk</i> ) sobre un volumen <i>SATA</i> . C: 120 GB ( <i>NTFS</i> ) D: 16 GB ( <i>NTFS</i> ) → SWAP

### 6.3 Migración de configuración y datos

En los siguientes apartados se detalla el proceso de migración de la configuración del servidor de la empresa y de los ficheros con los que trabajan los empleados de dicha empresa.

#### 6.3.1 Dominio

En este apartado se detalla todo el proceso de migración de dominio de la empresa. Además se reflejan las nuevas modificaciones impuestas por el cliente.

El primer paso es añadir el rol de controlador de dominio a los servidores destinados para ese fin: luabevicdc01 y luabevicdc02. Se indica el proceso para el servidor luabevic01, pero para el servidor luabevicdc02 se ha realizado el mismo proceso.

- Server Manager > Dashboard > Configure this local server > Add roles and features > Role-based or feature-based installation > Select a server from the server pool: luabevicdc01 > Role: Active Directory Domain Services > Install > Reiniciar el servidor.

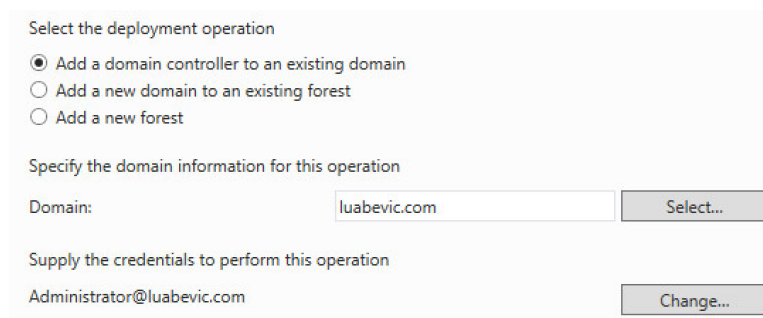
El segundo paso es añadir los futuros controladores de dominio al dominio “luabevic.com”.

- Botón Home > This PC (clic-d) > Properties > Change settings > Computer Name > Change > Domain: luabevic.com → Se introducen las credenciales de administrador del dominio > Reiniciar el servidor

El tercer paso es promocionar los servidores a controladores de dominio.

- Server Manager > Dashboard > Promote this server to a domain controller

Se selecciona la opción de añadir un controlador de dominio a un dominio existente, se especifica el dominio a unirse y las credenciales de administrador del dominio.



Select the deployment operation

- ☒ Add a domain controller to an existing domain
- ☐ Add a new domain to an existing forest
- ☐ Add a new forest

Specify the domain information for this operation

Domain:

Supply the credentials to perform this operation

Administrator@luabevic.com

Figura 17. Adición controlador de dominio secundario I.

Se indica que el controlador de dominio actúa de DNS y de Catálogo Global. La contraseña indicada en el DSRM es: LuAb3v1c.

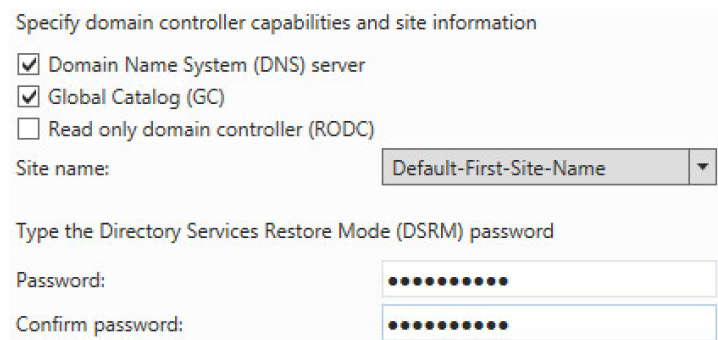


Figura 18. Adición controlador de dominio secundario II.

Se indica que el servidor a promocionar pueda replicar los datos del dominio desde cualquier controlador de ese mismo dominio

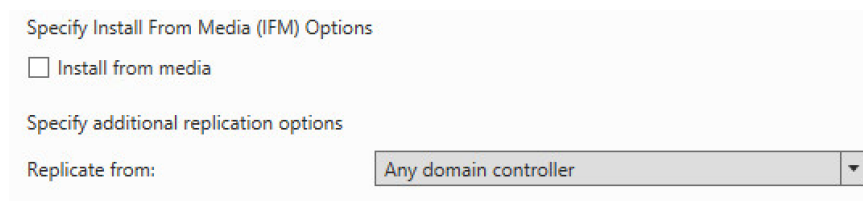


Figura 19. Adición controlador de dominio secundario III.

Se indica donde se almacenan la base de datos, los archivos de registros (*logs*) y el SYSVOL del controlador del dominio

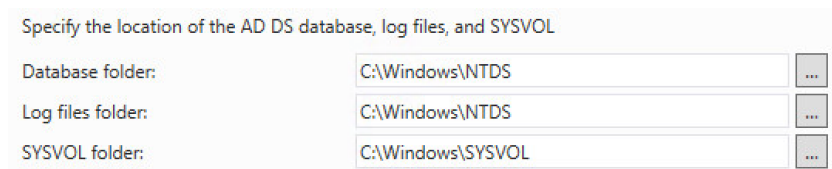


Figura 20. Adición controlador de dominio secundario IV.

El servidor ha sido promocionado a controlador de dominio.

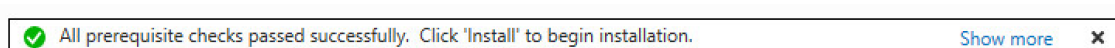


Figura 21. Adición controlador de dominio secundario V.

Para comprobar la correcta unión al dominio se han ejecutado los siguientes comandos en los dos servidores:

→ NETDOM QUERY FSMO: muestra el controlador del dominio primario

Maestro de esquema	luabevicW2008x64.luabevic.com
Maestro nomencl. Dominios	luabevicW2008x64.luabevic.com
PDC	luabevicW2008x64.luabevic.com
Administrador de grupos RID	luabevicW2008x64.luabevic.com
Maestro de infraestructura	luabevicW2008x64.luabevic.com

→ *dcdiag*: realiza comprobaciones que verifican el correcto funcionamiento de los controladores de dominio añadidos.

```
C:\Windows\system32>dcdiag
Directory Server Diagnosis

Performing initial setup:
  Trying to find home server...
  Home Server = luabevicdc01
  * Identified AD Forest.
  Done gathering initial info.

Doing initial required tests

Testing server: Default-First-Site-Name\LUABEVICDC01
  Starting test: Connectivity
  ..... LUABEVICDC01 passed test Connectivity
```

Figura 22. dcdiag dc01 I.

```
C:\Windows\system32>dcdiag
Directory Server Diagnosis

Performing initial setup:
  Trying to find home server...
  Home Server = luabevicdc02
  * Identified AD Forest.
  Done gathering initial info.

Doing initial required tests

Testing server: Default-First-Site-Name\LUABEVICDC02
  Starting test: Connectivity
  ..... LUABEVICDC02 passed test Connectivity
```

Figura 23. dcdiag dc02 I.



```
Doing primary tests
Testing server: Default-First-Site-Name\LUABEUIDC01
Starting test: Advertising
..... LUABEUIDC01 passed test Advertising
Starting test: FrsEvent
..... LUABEUIDC01 passed test FrsEvent
Starting test: DFSREvent
..... LUABEUIDC01 passed test DFSREvent
Starting test: SysVolCheck
..... LUABEUIDC01 passed test SysVolCheck
Starting test: KccEvent
..... LUABEUIDC01 passed test KccEvent
Starting test: KnowsOfRoleHolders
..... LUABEUIDC01 passed test KnowsOfRoleHolders
Starting test: MachineAccount
..... LUABEUIDC01 passed test MachineAccount
Starting test: NCSecDesc
..... LUABEUIDC01 passed test NCSecDesc
Starting test: NetLogons
..... LUABEUIDC01 passed test NetLogons
Starting test: ObjectsReplicated
..... LUABEUIDC01 passed test ObjectsReplicated
Starting test: Replications
..... LUABEUIDC01 passed test Replications
Starting test: RidManager
..... LUABEUIDC01 passed test RidManager
Starting test: Services
..... LUABEUIDC01 passed test Services
Starting test: SystemLog
..... LUABEUIDC01 passed test SystemLog
Starting test: VerifyReferences
..... LUABEUIDC01 passed test VerifyReferences
```

Figura 24. dcdiag dc01 II

```
Doing primary tests
Testing server: Default-First-Site-Name\LUABEUIDC02
Starting test: Advertising
..... LUABEUIDC02 passed test Advertising
Starting test: FrsEvent
..... LUABEUIDC02 passed test FrsEvent
Starting test: DFSREvent
..... LUABEUIDC02 passed test DFSREvent
Starting test: SysVolCheck
..... LUABEUIDC02 passed test SysVolCheck
Starting test: KccEvent
..... LUABEUIDC02 passed test KccEvent
Starting test: KnowsOfRoleHolders
..... LUABEUIDC02 passed test KnowsOfRoleHolders
Starting test: MachineAccount
..... LUABEUIDC02 passed test MachineAccount
Starting test: NCSecDesc
..... LUABEUIDC02 passed test NCSecDesc
Starting test: NetLogons
..... LUABEUIDC02 passed test NetLogons
Starting test: ObjectsReplicated
..... LUABEUIDC02 passed test ObjectsReplicated
Starting test: Replications
..... LUABEUIDC02 passed test Replications
Starting test: RidManager
..... LUABEUIDC02 passed test RidManager
Starting test: Services
..... LUABEUIDC02 passed test Services
Starting test: SystemLog
..... LUABEUIDC02 passed test SystemLog
Starting test: VerifyReferences
..... LUABEUIDC02 passed test VerifyReferences
```

Figura 25 dcdiag dc02 II

```
Running partition tests on : ForestDnsZones
Starting test: CheckSDRefDom
..... ForestDnsZones passed test CheckSDRefDom
Starting test: CrossRefValidation
..... ForestDnsZones passed test
CrossRefValidation
Running partition tests on : DomainDnsZones
Starting test: CheckSDRefDom
..... DomainDnsZones passed test CheckSDRefDom
Starting test: CrossRefValidation
..... DomainDnsZones passed test
CrossRefValidation
Running partition tests on : Schema
Starting test: CheckSDRefDom
..... Schema passed test CheckSDRefDom
Starting test: CrossRefValidation
..... Schema passed test CrossRefValidation
Running partition tests on : Configuration
Starting test: CheckSDRefDom
..... Configuration passed test CheckSDRefDom
Starting test: CrossRefValidation
..... Configuration passed test CrossRefValidation
Running partition tests on : luabevic
Starting test: CheckSDRefDom
..... luabevic passed test CheckSDRefDom
Starting test: CrossRefValidation
..... luabevic passed test CrossRefValidation
Running enterprise tests on : luabevic.com
Starting test: LocatorCheck
..... luabevic.com passed test LocatorCheck
Starting test: Intersite
..... luabevic.com passed test Intersite
```

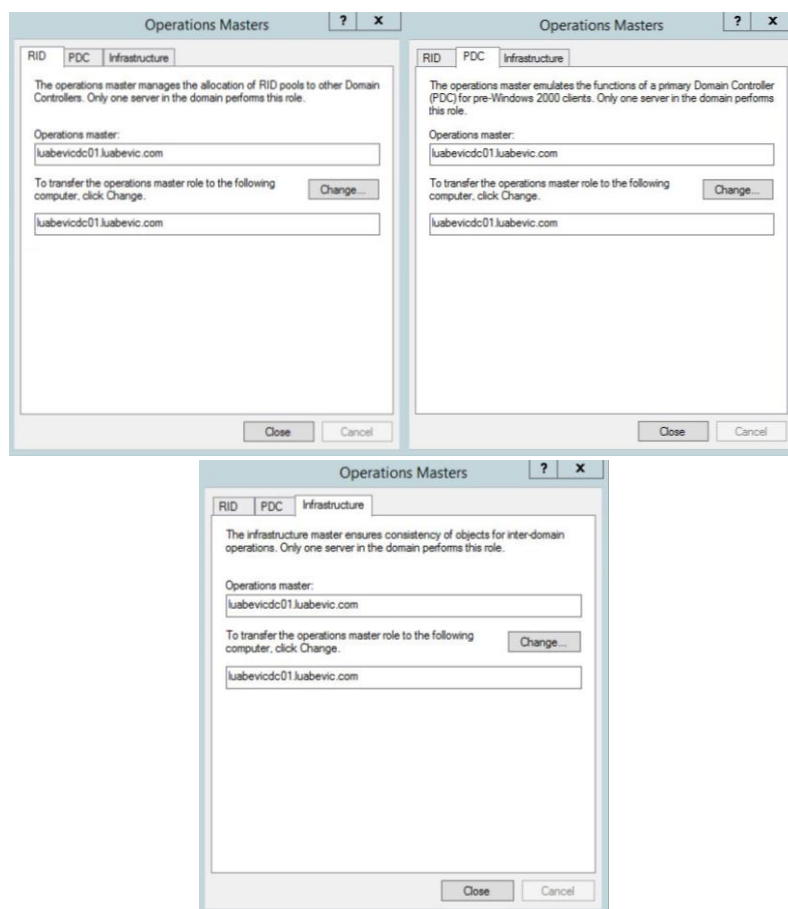
Figura 26. dcdiag dc01-dc02

Una vez comprobado el correcto funcionamiento de los controladores de dominio añadidos, se procede a la migración del dominio, es decir, los equipos de los empleados envían peticiones a los servidores luabevicdc01 y luabevicdc02 únicamente.

Una vez comprobada la réplica correcta de los nuevos controladores de dominio, se procede a transferir los roles de maestro(FSMO) al controlador de dominio: luabevicdc01.luabevic.com.

- Active Directory Users and Computers [luabevicdc01.luabevic.com] > luabevic.com (clic-d) > Operations Master > RID: Change; PDC: Change; Infrastructure: Change.

A continuación, se muestra la configuración posterior a la migración de roles.



**Figura 27. Migración maestros del dominio I.**

Después, se migran los roles de maestro a nivel de bosque.

- Active Directory Users and Computers [luabevicdc01.luabevic.com] (clic-d) > Operations Masters > Change

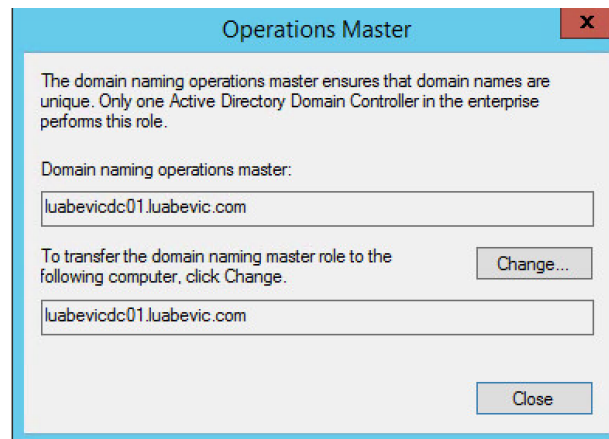


Figura 28 Migración maestros del dominio II.

Para transferir el maestro de esquema al servidor luabevicdc01.com, se han realizado los siguientes pasos:

- Para abrir *Active Directory Schema*:
  - Ejecutar en cmd los siguientes comandos
    - regsvr32 schmmgmt.dll
    - mmc /a
  - File > Add or Remove Snap-ins > Active Directory Schema
  - Console Root > Active Directory Schema [luabevicdc01.luabevic.com] (clic-d) > Operations Master > Change

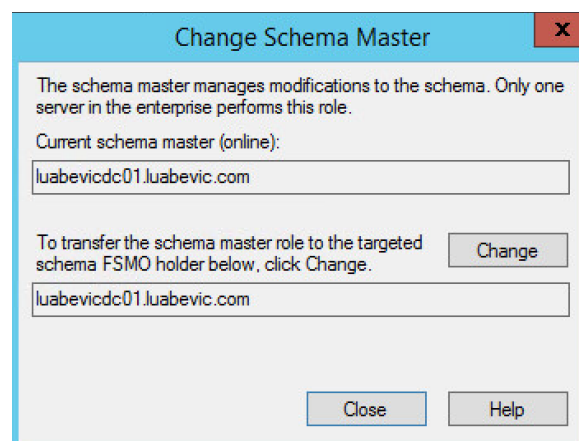


Figura 29. Migración maestros del dominio III.

Se ha vuelto a ejecutar el siguiente comando para verificar el correcto traspaso de maestros del dominio:

→ NETDOM QUERY FSMO: muestra el controlador del dominio primario

Maestro de esquema	luabevicdc01.luabevic.com
Maestro nomencl. Dominios	luabevicdc01.luabevic.com

PDC	luabevicdc01.luabevic.com
Administrador de grupos RID	luabevicdc01.luabevic.com
Maestro de infraestructura	luabevicdc01.luabevic.com

Por último, se ha degradado el controlador de dominio: luabevicW2008x64.luabevic.com

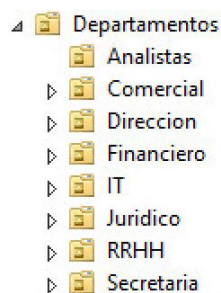
- `Run > dcpromo > Desactivar opción: Delete the domain because this server is the last domain controller in the domain > Reboot on completion`

En este momento, todas las peticiones dirigidas a un controlador de dominio van a ir dirigidas a los controladores de dominio: luabevicdc01 y luabevicdc02.

A continuación, se muestra el proceso de creación de las nuevas unidades organizativas, correspondientes a los nuevos departamentos a añadir.

- `Active Directory Users and Computers [luabevicdc01.luabevic.com] > luabevic.com > Departamentos (clic-d) > New > Organizational Unit > Name: RRHH`

Se ha repetido la operación, poniendo Name: Analistas.

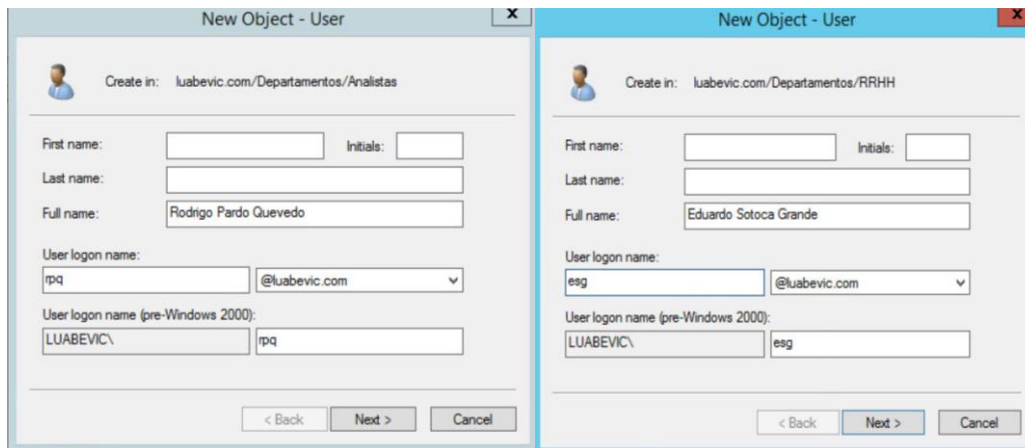


**Figura 30. Unidades Organizativas correspondientes a los distintos departamentos de la empresa “Luabevic S.L”.**

Finalmente, se ha procedido a la creación de los nuevos empleados

- `Active Directory Users and Computers [luabevicdc01.luabevic.com] > luabevic.com > Departamentos > RRHH > New > User`

Se ha repetido la operación, cambiando RRHH por Analistas.



**Figura 31 Creación de nuevos usuarios I.**

Ambos empleados tienen inicialmente la misma contraseña (Luabevic.00). Sin embargo, los empleados deberán cambiar obligatoriamente su contraseña la primera vez que hayan iniciado sesión en su equipo.

**Figura 32 Creación de nuevos usuarios II.**

### 6.3.2 Servidor de ficheros

En este apartado se detalla todo el proceso de migración de los datos de la empresa. Además se reflejan las nuevas modificaciones impuestas por el cliente. Se utiliza la unidad *SHARE (E:)*

El primer paso es añadir el rol para que el servidor luabevicfs01.luabevic.com pueda realizar la función de servidor de ficheros.

- Server Manager > Dashboard > Configure this local server > Add roles and features > Role-based or feature-based installation > Select a server from the server pool: luabevicfs01 > Role: File Server > Install > Reiniciar el servidor

El segundo paso es añadir el futuro servidor de ficheros “luabevic.com”.

- Botón Home > This PC (clic-d) > Properties > Change settings > Computer Name > Change > Domain: luabevic.com → Se introducen las credenciales de administrador del dominio > Reiniciar el servidor

A continuación, se muestra el proceso de creación de la unidad de red mapeada al departamento de Dirección.

Se configura el directorio para que pueda ser compartido entre los empleados que pertenezcan a la “grp\_direccion”. Integrado por las personas que pertenecen al departamento de Dirección.

Se crea la carpeta “Direccion” en la ruta

- "E:\> clic-d > Share with > Specific people... > Find people > Enter the object name to select: grp\_direccion > Share

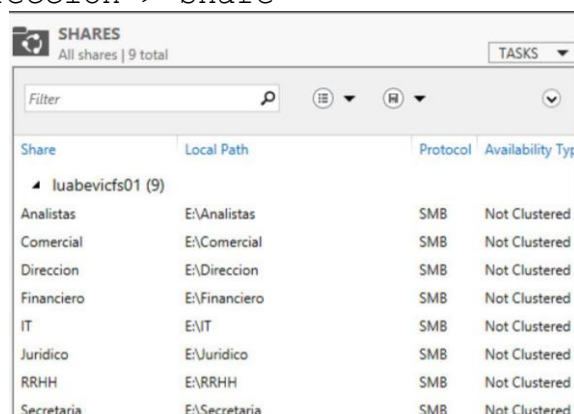


Figura 33 Recurso compartido I.

En este momento, los empleados del departamento de Dirección pueden acceder a la carpeta de “Direccion”. Sin embargo, no puede ni crear, ni leer, ni eliminar, ni modificar un fichero dentro de la carpeta. Para solucionar esto, se les otorga a los empleados del departamento de Dirección permisos “Full Control”, es decir, pueden realizar cualquier acción con el documento o directorio que deseen dentro de la carpeta

- Carpeta “Direccion” (clic-d) > Properties > Security > Advanced > Edit: grp\_direccion > Full control > Apply

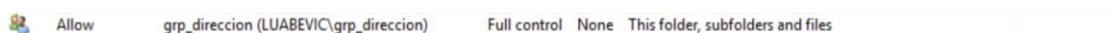


Figura 34 Permisos recursos compartidos II.

Ahora los empleados pueden acceder a la unidad de red compartida correspondiente al departamento al que pertenecen. Sin embargo, no aparecerá dicha unidad de red automáticamente, debe añadirlo cada empleado en su equipo. Para automatizar este proceso, se han creado las siguientes políticas *Active Directory*.

- Group Policy Management > Forest: luabevic.com > Domains > luabevic.com > Departamentos > Direccion (clic-d) > Create a GPO in this domain, and Link it here > Name: gpo\_direccion

- gpo\_direccion (clic-d) > Edit > User Configuration  
> Preferences > Windows Settings > Drive Maps  
(clic-d) > New > Mapped Drive

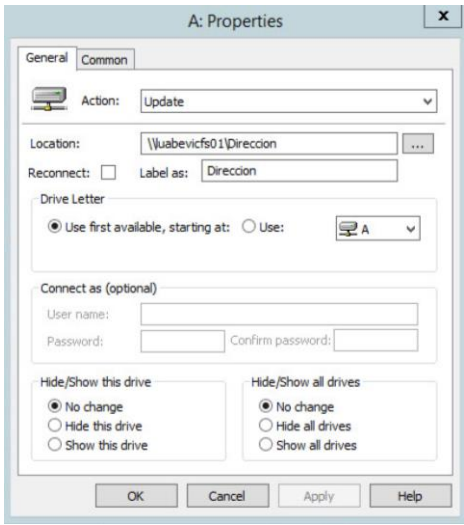


Figura 35 Asignación de recursos compartidos.

A partir de ahora, los empleados cada vez que inicien sesión en su equipo tendrán mapeada la unidad de red correspondiente a su departamento de manera automática. Dentro de dicha carpeta, el empleado puede crear, borrar y modificar los ficheros.

A continuación, se muestran un resumen de los datos configurados todas las carpetas.

Tabla 15 Resumen recursos compartidos

Departament o	Política	Grupo de usuarios	Localización	Nombre a mostrar
Direccion	gpo_direccion	grp_direccion	\\luabevicfs01\Direccion	Secretaria
			\\luabevicfs01\Secretaria	Analistas
			\\luabevicfs01\RRHH	IT
			\\luabevicfs01\Financiero	Juridico
			\\luabevicfs01\Analistas	Secretaria
			\\luabevicfs01\IT	
			\\luabevicfs01\Financiero	
			\\luabevicfs01\Juridico	
			\\luabevicfs01\Secretaria	



<b>Secretaría</b>	gpo_secretaria	grp_secretaria	\\luabevicfs01\ Secretaria	Secretaria
<b>RRHH</b>	gpo_rrhh	grp_rrhh	\\luabevicfs01\ RRHH	RRHH
<b>Analistas</b>	gpo_analistas	grp_analistas	\\luabevicfs01\ Analistas	Analistas
<b>IT</b>	gpo_it	grp_it	\\luabevicfs01\ IT	IT
<b>Financiero</b>	gpo_financiero	grp_financiero	\\luabevicfs01\ Financiero	Financiero
<b>Jurídico</b>	gpo_jurídico	grp_jurídico	\\luabevicfs01\ Juridico	Juridico
<b>Comercial</b>	gpo_comercial	grp_comercial	\\luabevicfs01\ Comercial	Comercial

Para la copia de archivos, se ha realizado una copia de todos los ficheros a un disco duro externo. Para ello, lo primero es añadir una tarjeta USB a la máquina virtual:

- VMware vSphere Client > Luabevic > luabevicfs01 (cli-c-d) > Edit Settings > Add > USB Controller+

Utilizando este controlador, se mapea el disco duro externo en el servidor de ficheros y se vuelcan los datos provenientes del servidor luabevicW2008x64.luabevic.com.

## 6.4 Seguridad

En esta sección, se muestra la implementación de todas las modificaciones propuestas en el aspecto de la seguridad IT de la empresa.

### 6.4.1 Seguridad perimetral

En este apartado, se detallan como se han implementado los mecanismos de seguridad que protegen la intranet (redes de confianza: cloud y sedes) de Internet.

En la siguiente tabla se muestran las interfaces creadas por donde circulará todo el tráfico de la compañía. Si una interfaz tiene habilitado DHCP, puede asignar una dirección IP a un host determinado. El rango que puede asignar es el siguiente: X.X.X.0-X.X.X.255.

Tabla 16. Interfaces *Fortigate* creadas.

<i>Fortigate</i>	Tipo	Nombre	Puerto	DHCP	Rango IP
<b>F1</b>	<i>VPN Tunnel</i>	Vpn_Madrid	wan1	-	10.0.0.1/32
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Dirección	1	Si	192.168.101.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Secretaría	2	Si	192.168.102.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Comercial	3	Si	192.168.103.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	RRHH	4	Si	192.168.104.0/24



<b>F1</b>	<i>Physical</i>	IT	5	Si	192.168.105.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Analistas	6	Si	192.168.106.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Financiero	7	Si	192.168.107.0/24
<b>F1</b>	<i>Physical</i>	Jurídico	8	Si	192.168.108.0/24
<b>F2</b>	<i>VPN Tunnel</i>	Vpn_Barcelona	wan1	-	11.0.0.1/32
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Dirección	1	Si	192.168.111.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Secretaría	2	Si	192.168.112.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Comercial	3	Si	192.168.113.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	RRHH	4	Si	192.168.114.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	IT	5	Si	192.168.115.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Analistas	6	Si	192.168.116.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Financiero	7	Si	192.168.117.0/24
<b>F2</b>	<i>Physical</i>	Jurídico	8	Si	192.168.118.0/24
<b>F4/F5</b>	<i>VPN Tunnel</i>	Vpn_Madrid	wan1	-	10.0.0.2/32
<b>F4/F5</b>	<i>VPN Tunnel</i>	Vpn_Barcelona	wan1	-	11.0.0.2/32
<b>F4/F5</b>	<i>Vlan</i>	Luabevic_Cloud	3		192.168.100.0/24

Los puertos *wan1* son los que tiene conectada la red simétrica empresarial, es decir, por donde los paquetes salen a Internet.

Los dos *fortigate* pertenecen a la *vlan* correspondiente al departamento IT, se le ha asignado las siguientes direcciones para realizar su administración y gestión:

- F1: 192.168.105.1/32
- F2: 192.168.115.1/32

En la siguiente tabla se muestran las rutas estáticas, es decir, configuradas manualmente:

**Tabla 17. Rutas estáticas *Fortigate* creadas.**

<i>Fortigate</i>	Destino	Interfaz	Distancia	Prioridad
F1	192.168.100.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F2	192.168.100.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.101.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.102.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.103.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.104.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.105.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.106.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.107.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.108.0/24	Vpn_Madrid	1	1
F4/F5	192.168.111.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.112.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.113.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.114.0/24	Vpn_Barcelona	1	1

F4/F5	192.168.115.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.116.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.117.0/24	Vpn_Barcelona	1	1
F4/F5	192.168.118.0/24	Vpn_Barcelona	1	1

Después, se han creado las VPN que establecen conexión entre las distintas sedes que disponen la empresa y su correspondiente cloud.

#### Fortigate Sede Madrid

- VPN>IPsec>Tunnels> Crear nuevo túnel
  - Nombre: vpn\_luabevic.
  - Red:
    - Versión IP: IPv4.
    - Dirección IP: 212.0.0.210
    - Interfaz: wan2.
  - Autenticación:
    - Método: *Pre-shared key*.
    - Pre-shared key: LuAb3v1c.
    - IKE
      - Versión: 1.
      - Modo: *Main* (ID protection).
  - Fase 1 Proposal:
    - Codificación: *3DES*. Autenticación: *SHA1*.
    - Codificación: *AES128*. Authentication: *SHA1*.
    - Diffie-Hellman Group: 5.
    - Tiempo de vida de la clave: 86400 segundos.
  - XAUTH:
    - Tipo: Desactivado.
  - Fase 2 Selectors
    - Nombre: vpn\_luabevic.
    - Dirección local: 0.0.0.0/0.0.0.0
    - Dirección remota: 0.0.0.0/0.0.0.0
    - Avanzado
      - Fase 2 Proposal
        - Codificación: 3DES. Autenticación: SHA1.
        - Codificación: AES128. Autenticación: SHA1
        - Enable Replay Detection: Si
        - Enable Perfect Forward Secrecy (PFS): Si
          - Diffie Hellman Group: 5
        - Puerto local: All
        - Puerto remoto: All
        - Protocolo: All

- AutoKey keep alive: Si.
- Negociación automática.
- Tiempo de vida de la clave: 43200 segundos

### Fortigate Sede Barcelona

➤ VPN>IPsec>Tunnels> Crear nuevo túnel

- Nombre: vpn\_luabevic.
- Red:
  - Versión IP: IPv4.
  - Dirección IP: 212.0.0.210
  - Interfaz: wan2.
- Autenticación:
  - Método: *Pre-shared key*.
  - Pre-shared key: LuAb3v1c.
  - IKE
    - Versión: 1.
    - Modo: *Main (ID protection)*.
- Fase 1 Proposal:
  - Codificación: *3DES*. Autenticación: *SHA1*.
  - Codificación: *AES128*. Authentication: *SHA1*.
  - Diffie-Hellman Group: 5.
  - Tiempo de vida de la clave: 86400 segundos.
- *XAUTH*:
  - Tipo: Desactivado.
- Fase 2 Selectors
  - Nombre: vpn\_luabevic.
  - Dirección local: 0.0.0.0/0.0.0.0
  - Dirección remota: 0.0.0.0/0.0.0.0
  - Avanzado
    - Fase 2 Proposal
      - Codificación: 3DES. Autenticación: SHA1.
      - Codificación: AES128. Autenticación: SHA1
      - Enable Replay Detection: Si
      - Enable Perfect Forward Secrecy (PFS): Si
        - Diffie Hellman Group: 5
      - Puerto local: All
      - Puerto remoto: All
      - Protocolo: All
      - AutoKey keep alive: Si.
      - Negociación automática.
      - Tiempo de vida de la clave: 43200 segundos

### Fortigate Cloud

➤ VPN>IPsec>Tunnels> Crear nuevo túnel

- Nombre: vpn\_lmadrid.
- Red:
  - Versión IP: IPv4.
  - Dirección IP: 212.0.0.211
  - Interfaz: wan2.
- Autenticación:
  - Método: *Pre-shared key*.
  - Pre-shared key: LuAb3v1c.
  - IKE
    - Versión: 1.
    - Modo: *Main (ID protection)*.
- Fase 1 Proposal:
  - Codificación: *3DES*.      Autenticación: *SHA1*.
  - Codificación: *AES128*.      Authentication: *SHA1*.
  - Diffie-Hellman Group: 5.
  - Tiempo de vida de la clave: 86400 segundos.
- *XAUTH*:
  - Tipo: Desactivado.
- Fase 2 Selectors
  - Nombre: vpn\_lmadrid.
  - Dirección local: 0.0.0.0/0.0.0.0
  - Dirección remota: 0.0.0.0/0.0.0.0
  - Avanzado
    - Fase 2 Proposal
      - Codificación: 3DES.      Autenticación: SHA1.
      - Codificación: AES128.      Autenticación: SHA1
      - Enable Replay Detection: Si
      - Enable Perfect Forward Secrecy (PFS): Si
        - Diffie Hellman Group: 5
      - Puerto local: All
      - Puerto remoto: All
      - Protocolo: All
      - AutoKey keep alive: Si.
      - Negociación automática.
      - Tiempo de vida de la clave: 43200 segundos

Se ha creado otro túnel con el nombre de “vpn\_lbarcelona”, con la misma configuración. Excepto la dirección IP que cambia debido a que tiene otra IP pública: 212.0.0.12.

Antes de poder configurar las reglas *firewall*, se han creado los siguientes objetos que corresponden con las direcciones IP que dispone la empresa:

**Tabla 18. Objetos *Fortigate* creados.**

<i>Fortigate</i>	Tipo	Interfaz	Nombre	Rango IP
F1	Address	Dirección	M_lua_dir	192.168.101.0/24
F1	Address	Secretaría	M_lua_sec	192.168.102.0/24
F1	Address	Comercial	M_lua_com	192.168.103.0/24
F1	Address	RRHH	M_lua_rrhh	192.168.104.0/24
F1	Address	IT	M_lua_it	192.168.105.0/24
F1	Address	Analistas	M_lua_an	192.168.106.0/24
F1	Address	Financiero	M_lua_fin	192.168.107.0/24
F1	Address	Jurídico	M_lua_jur	192.168.108.0/24
F1	Address	Cualquiera	Luabevic_Cloud	192.168.100.0/24
F2	Address	Dirección	B_lua_dir	192.168.111.0/24
F2	Address	Secretaría	B_lua_sec	192.168.112.0/24
F2	Address	Comercial	B_lua_com	192.168.113.0/24
F2	Address	RRHH	B_lua_rrhh	192.168.114.0/24
F2	Address	IT	B_lua_it	192.168.115.0/24
F2	Address	Analistas	B_lua_an	192.168.116.0/24
F2	Address	Financiero	B_lua_fin	192.168.117.0/24
F2	Address	Jurídico	B_lua_jur	192.168.118.0/24
F2	Address	Cualquiera	Luabevic_Cloud	192.168.111.0/24
F4/F5	Address	Luabevic_Cloud	Red_lua_cloud	192.168.100.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_dir	192.168.101.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_sec	192.168.102.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_com	192.168.103.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_rrhh	192.168.104.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_it	192.168.105.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_an	192.168.106.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_fin	192.168.107.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Madrid	Red_mlua_jur	192.168.108.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_dir	192.168.111.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_sec	192.168.112.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_com	192.168.113.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_rrhh	192.168.114.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_it	192.168.115.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_an	192.168.116.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_fin	192.168.117.0/24
F4/F5	Address	Vpn_Barcelona	Red_blua_jur	192.168.118.0/24
F4/F5	Group Address	Vpn_Madrid	Red_g_mlua	Red_mlua_dir Red_mlua_sec Red_mlua_com Red_mlua_rrhh

				Red_mlua_it
				Red_mlua_an
				Red_mlua_fin
				Red_mlua_jur
F4/F5	Group	Vpn_Barcelona	Red_g_blua	Red_blua_dir
	Address			Red_blua_sec
				Red_blua_com
				Red_blua_rrhh
				Red_blua_it
				Red_blua_an
				Red_blua_fin
				Red_blua_jur

Se han creado dos grupos de direcciones IP, que corresponden a las direcciones IP de las distintas sedes para unificar la administración y la gestión de las políticas firewall.

Finalmente, las reglas firewall creadas que permiten el correcto funcionamiento de la empresa son: Ver Anexo 12.1. [Políticas firewall](#).

Para realizar el bloqueo de páginas web según su categoría se ha habilitado el filtro web de los *fortigate* de las sedes.

➤ Security Profiles > Web Filter

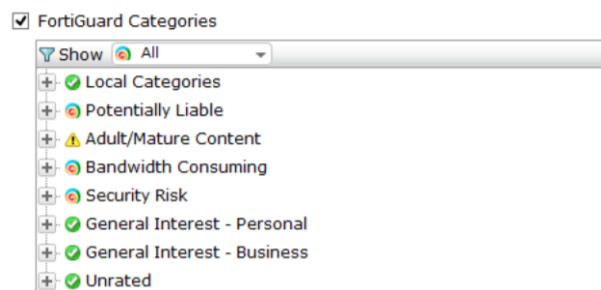


Figura 36 Web Filter.

#### 6.4.2 Puesto de usuario

En este apartado, se detalla el proceso de instalación del antivirus *Microsoft Security Essentials* en el equipo de cada empleado perteneciente a la empresa. [23]

- Descargar el programa del siguiente enlace: <http://windows.microsoft.com/es-es/windows/security-essentials-download>
- Ejecutar el archivo descargado
- Aceptar el contrato de licencia
- Validar la copia del programa
- Instalación del programa
- Finalizar
- Ejecutar análisis inicial del sistema

## 6.5 Acuerdo del nivel de servicio (SLA)

En este apartado, se detalla el contrato, firmado tanto por cliente como por proveedor, que establece la calidad de servicio que ha de cumplirse [21]. La calidad del servicio viene definida por los siguientes puntos:

- Tipo de servicio: *cloud computing*.
- Soporte a clientes y asistencia: reflejado en la Sección [10.5](#).
- Provisiones para seguridad y datos: se realiza un *snapshot* (instantánea) de las máquinas virtuales a las 00:00.
- Disponibilidad del sistema: 24x7, 24 horas al día y los 7 días de la semana.
- Conectividad: 24x7, 24 horas al día y los 7 días de la semana.
- Multas por caída del sistema: si la caída del sistema se produce en horario laboral (de lunes a viernes, 09:00-19:00) por cada hora de caída se abonará a la empresa cliente 50€. Si la caída se produce fuera de horario laboral (de lunes a viernes, 19:00-09:00) o fin de semana se abonará a la empresa cliente 25€ por hora de caída. Se pueden producir caídas del sistema, previamente avisadas con una semana de antelación, fuera del horario laboral sin producirse ninguna indemnización a la empresa cliente.

## 7 PLAN DE PRUEBAS

Este capítulo describe el conjunto de pruebas realizadas. Hay que tener en cuenta que las pruebas realizadas aquí descritas no son las únicas llevadas a cabo, puesto que durante la implementación se han realizado incontables pruebas de funcionamiento que no podrían ser detalladas en este documento por razones de tiempo y espacio.

Las pruebas realizadas demuestran que todos los requisitos funcionales y no funcionales recogidos directamente del cliente se han cumplido. Esta afirmación queda reflejada en la matriz de trazabilidad incluida al final de este capítulo.

Todas las pruebas aquí expuestas han sido superadas exitosamente.

### 7.1 Definición del plan de pruebas

En cada una de las pruebas, se muestra en qué consiste la prueba y su resultado. Cada una de las pruebas incluidas en este plan se muestra mediante una tabla como la que se puede ver en la siguiente plantilla.

Tabla 19. Especificación de prueba.

Identificador			
Objetivo		Resultado	
Descripción			
Resultado obtenido			

El significado de cada uno de los campos que aparecen en la tabla es la siguiente:

- **Identificador:** código único que indica el número de prueba que se ha realizado. El nombre de este identificador es de la forma “P-XXX”, donde XXX es un número entero incremental que comienza en “01”.
- **Fecha:** indica la fecha en la que se ejecutó la prueba.
- **Resultado:** indica si el resultado de la prueba ha sido correcto o no.
- **Objetivo:** indica la funcionalidad que se pretende probar mediante la ejecución de la prueba.
- **Descripción:** descripción detallada paso a paso de la prueba que se realiza para comprobar el funcionamiento.
- **Resultado obtenido:** detalle del resultado que se obtiene tras ejecutar la prueba sobre la aplicación.



## 7.2 Especificación de las pruebas

Identificador	P-001		
Objetivo	Comprobar los recursos que pueden acceder los usuarios del departamento de Dirección.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Cuando un usuario que pertenezca a la unidad organizativa “Dirección”, ha de tener mapeado como una unidad de red denominada “Luabevic”, dentro de ella tendrá acceso a todos los ficheros que dispone la empresa.		
Resultado obtenido	Se ha iniciado sesión con el usuario “arh”, en un equipo desde la sede de Madrid. Accediendo “Equipo”, aparece una unidad de red mapeada con nombre “Luabevic”. Dentro de esa unidad se encuentran todos los directorios correspondientes a todos los departamentos que tiene la empresa. El usuario tiene acceso a la totalidad de los ficheros de la unidad de red mapeada. Además, puede crear, modificar y eliminar tanto ficheros como directorios.		

Identificador	P-002		
Objetivo	Comprobar los recursos que pueden acceder los usuarios y si corresponden con los asignados al departamento al que pertenecen.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Cuando un usuario que pertenezca a la unidad organizativa “Jurídico”, ha de tener mapeado como una unidad de red denominada “Jurídico”, dentro de ella tendrá acceso a todos los ficheros que posee el departamento de Jurídico. Esta prueba se aplica al resto de departamentos.		
Resultado obtenido	<p>Se ha iniciado sesión con el usuario “mpc”, en un equipo desde la sede de Madrid. Accediendo “Equipo”, aparece una unidad de red mapeada con nombre “Jurídico”. Dentro de esa unidad se encuentran todos los directorios correspondientes al departamento de Jurídico. El usuario tiene acceso a la totalidad de los ficheros de la unidad de red mapeada. Además, puede crear, modificar y eliminar tanto ficheros como directorios. Con el resto departamentos se han obtenido los siguientes resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiero (mpc) → Unidad de red mapeada: Financiero</li> <li>• Comercial (abe) → Unidad de red mapeada: Comercial</li> <li>• IT (tjm) → Unidad de red mapeada: IT</li> <li>• Secretaría (sfc) → Unidad de red mapeada: Secretaria</li> <li>• RRHH (esg) → Unidad de red mapeada: RRHH</li> <li>• Analistas (rpq) → Unidad de red mapeada: Analistas</li> </ul>		

	Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.
--	--

<b>Identificador</b>	P-003		
<b>Objetivo</b>	Comprobar que los usuarios no pueden navegar en páginas con categorizadas como “Peligrosas”.	<b>Resultado</b>	CORRECTO
<b>Descripción</b>	Cualquier usuario puede navegar libremente por internet, siempre y cuando no naveguen por páginas que puedan tener contenido peligroso para el equipo que accede a la misma. Por ejemplo, una página pornográfica que instale malware sin que el usuario se dé cuenta o páginas de descarga de contenido multimedia.		
<b>Resultado obtenido</b>	Se ha iniciado sesión con el usuario “tjm”, desde la oficina de Madrid. Se ha intentado acceder a la página “www.xxx.com”, navegador no ha podido acceder a dicha página. Se ha intentado acceder a la página “www.thepiratebay.se”, el navegador no ha podido acceder a dicha página. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

<b>Identificador</b>	P-004		
<b>Objetivo</b>	Comprobar que los usuarios compartir ficheros mediante el protocolo P2P.	<b>Resultado</b>	CORRECTO
<b>Descripción</b>	Cualquier usuario puede navegar libremente por internet, siempre y cuando no naveguen por páginas que puedan tener contenido peligroso para el equipo que accede a la misma. Por ejemplo, una página pornográfica que instale malware sin que el usuario se dé cuenta o páginas de descarga de contenido multimedia.		
<b>Resultado obtenido</b>	Se ha iniciado sesión con el usuario “vcc”, desde la oficina de Madrid. Se ha intentado acceder a la página “www.xxx.com”, navegador no ha podido acceder a dicha página. Se ha intentado acceder a la página “www.thepiratebay.se”, el navegador no ha podido acceder a dicha página. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

Identificador	P-005		
Objetivo	Comprobar que las máquinas virtuales soportan tanto el sistema operativo Windows como Linux.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Si las necesidades de la empresa lo requieren, se puede desplegar un servidor con el sistema operativo Linux. Por ejemplo, un cloud público como “OwnCloud”.		
Resultado obtenido	La plataforma de virtualización VMware, soporta sistemas operativos Windows y Linux. Se le ha mostrado al responsable del departamento IT una máquina virtual con el sistema operativo, desplegada a modo de laboratorio. Se ha ejecutado el comando “cat /etc/redhat-release”, mostrando por pantalla : CentOS release 5.8 (Final)		

Identificador	P-006		
Objetivo	Comprobar con que software se ha implementado la semántica del dominio.	Resultado	CORRECTO
Descripción	El dominio del cliente está implementado con Active Directory (Windows).		
Resultado obtenido	Se ha comprobado la replicación de los controladores de dominio, ejecutando el comando “dcdiag”. Ha pasado todas las pruebas. Se ha verificado que todos los empleados estén replicados en los dos controladores de dominio.		

Identificador	P-007		
Objetivo	Comprobar el ancho de banda de las sedes	Resultado	CORRECTO
Descripción	Ambas sedes tienen contratado una red simétrica con una velocidad de subida y de bajada de 20 Mbps. Un equipo conectado a la red IT vía <i>Ethernet</i> se conecta a la página web: <a href="http://www.testdevelocidad.es">www.testdevelocidad.es</a>		
Resultado obtenido	Una vez finalizado el test muestra una velocidad de bajada de 19,576 Mbps y una velocidad de subida de 17,321 Mbps. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

Identificador	P-008		
Objetivo	Comprobar que se utiliza el protocolo de compartición de ficheros CIFS (Samba).	Resultado	CORRECTO
Descripción	Todos los empleados acceden a la unidad de su propio departamento mediante el protocolo CIFS.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de implementación.		

Identificador	P-009		
Objetivo	Comprobar que los servicios ofrecidos a las distintas sedes estarán centralizados en un <i>cloud</i> .	Resultado	CORRECTO
Descripción	Los servidores que proveen de servicio a la empresa están desplegados en un <i>cloud</i> público.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de implementación.		

Identificador	P-010		
Objetivo	Comprobar que el diseño contempla respaldos de seguridad de los servidores.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Diariamente se ejecuta un <i>snapshot</i> de los servidores que proveen de servicio a la empresa.		
Resultado obtenido	Contemplado en el SLA.		

Identificador	P-011		
Objetivo	Comprobar que los empleados no pueden acceder a los recursos de red fuera de la oficina	Resultado	CORRECTO
Descripción	En la sede de Madrid, un equipo conectado a la red del departamento de IT que ya ha iniciado sesión en el dominio se conecta a una red <i>WiFi</i> usando un <i>smarthphone</i> como <i>router WiFi</i> .		
Resultado obtenido	El equipo no puede acceder al recurso de red mapeado con nombre IT. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

Identificador	P-012		
Objetivo	Comprobar que los canales de comunicación de cada sede tienen un ancho de banda de 1Gbps.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Los puertos de los <i>switches</i> ubicados en cada sede soportan una carga de 1Gbps.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de Diseño.		

Identificador	P-013		
Objetivo	Comprobar que los empleados no pueden instalar software en sus equipos por su propia cuenta	Resultado	CORRECTO
Descripción	Los empleados no disponen de permisos de administrador.		
Resultado obtenido	El empleado sfc del departamento de Secretaría ha iniciado sesión en su equipo en la sede de Madrid. Desea instalar un programa pero cuando ejecuta el <i>.exe</i> se solicita las credenciales de administrador que el empleado no dispone. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

Identificador	P-014		
Objetivo	Comprobar que en las sedes no se interrumpe el suministro eléctrico ante cortes de luz en la oficina.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Ambas sedes disponen de un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida). Se ha cortado el suministro eléctrico de la oficina de Madrid.		
Resultado obtenido	La sede ha seguido teniendo suministro eléctrico proveniente de SAI. Se ha realizado la misma prueba en la sede de Barcelona obteniendo resultados similares.		

Identificador	P-015		
Objetivo	Comprobar que no se ha producido una parada de producción durante la fase de implementación.	Resultado	CORRECTO
Descripción	La empresa en todo momento ha tenido un o varios servidores que la proveían de servicio. Antes de apagarse el servidor físico los empleados los servidores virtuales ya atendían todas las peticiones de los usuarios.		
Resultado obtenido	Los empleados no han supeditado queja alguna durante la fase de implementación		

Identificador	P-016		
Objetivo	Comprobar que el sistema soporta la carga de trabajo actual y puede soportar una previsión de crecimiento del 100% en cualquier momento.	Resultado	CORRECTO
Descripción	La solución mostrada se puede modificar en cualquier momento. Por ejemplo, ampliar los recursos de los servidores virtuales.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de Diseño.		

Identificador	P-017		
Objetivo	Comprobar que desconexión ( <i>Internet</i> ) de una sede no afecte a la productividad de la otra empresa.	Resultado	CORRECTO
Descripción	Si el proveedor de Internet interrumpe el servicio en una de las sedes la otra sede puede trabajar sin que le afecte el mismo problema.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de Diseño.		

Identificador	P-018		
Objetivo	Comprobar que se ha reutilizado hardware.	Resultado	CORRECTO
Descripción	En la solución implementada se ha reutilizado el switch ubicado en la sede de Madrid. Solo se ha adquirido otro switch del mismo modelo.		
Resultado obtenido	Demostrado en la fase de Diseño y Presupuesto.		

<b>Identificador</b>	P-019		
<b>Objetivo</b>	Comprobar que la política de seguridad de la empresa puede ser modificada en cualquier momento.	<b>Resultado</b>	CORRECTO
<b>Descripción</b>	La configuración de los <i>fortigate</i> que afectan en la finalización del proyecto puede ser modificada en cualquier momento mediante la administración web.		
<b>Resultado obtenido</b>	Demostrado en la fase de Implementación.		

### 7.3 Matriz trazabilidad requisito/prueba

Tabla 20 Matriz requisitos-pruebas I.

Requisitos	P-001	P-002	P-003	P-004	P-005	P-006	P-007	P-008	P-009	P-010	P-011	P-012	P-013	P-014	P-015
RF-001		✓													
RF-002	✓														
RF-003	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
RF-004															
RF-005			✓												
RF-006					✓										
RF-007							✓								
RF-008						✓									
RF-009								✓							
RF-010									✓						
RF-011										✓					
RF-012											✓				
RF-013												✓			
RF-014													✓		
RF-015														✓	
RF-016		✓													
RF-017				✓											
RN-001															✓
RN-002															
RN-003															
RN-004															
RN-005															



RN-006	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
RN-007													

Tabla 21 Matriz requisitos-pruebas II.

Requisitos	P-016	P-017	P-018	P-019
RF-001				
RF-002				
RF-003				
RF-004				
RF-005				
RF-006				
RF-007				
RF-008				
RF-009				
RF-010				
RF-011				
RF-012				
RF-013				
RF-014				
RF-015				
RF-016				
RF-017				
RN-001				
RN-002	✓			
RN-003	✓			
RN-004		✓		
RN-005			✓	
RN-006	✓	✓		
RN-007				✓

## 8 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este capítulo se muestran tanto los problemas que se han encontrado durante toda la realización del proyecto, como los resultados obtenidos, comparándolo con los objetivos iniciales que presentaba el proyecto.

También, se muestra el marco regulador en el que se desenvuelve el proyecto desarrollado en este documento, junto con un estudio socio-económico que refleja el ahorro que supone a la empresa la implementación de la nueva infraestructura IT implementada

Por último, se muestra una serie de líneas futuras, con el objetivo de mejorar la infraestructura IT implementada, que consecuentemente proporcionará una mayor productividad en la empresa.

### 8.1 Conclusión

Una vez finalizado el plan de pruebas que verifica el correcto funcionamiento de la infraestructura IT de la empresa “Luabevic S.L.”, se realiza un balance de todos los objetivos iniciales conseguidos.

Como se indicó en la Sección 1.2 del presente documento, el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado presentaba una serie de objetivos fundamentales. A continuación, se muestran las conclusiones obtenidas respecto a esos objetivos iniciales:

- Se ha logrado realizar un análisis satisfactorio de los requisitos que presentaba el problema, para poder diseñar e implementar la aplicación.
- Se han adquirido conocimientos para desplegar redes virtuales.
- Se han adquirido conocimientos sobre la gestión y la administración de servidores virtuales utilizando *VMware vSphere*.
- Se ha diseñado e implementado infraestructura IT para un cliente ficticio.
- Se han adquirido conocimientos para el desarrollo de la seguridad perimetral y del puesto de usuario de una empresa.
- Se han adquirido conocimientos para realizar migraciones tanto de dominio como de datos de manera de que no se pierda ningún tipo de información.
- Se ha elaborado un plan de pruebas exhaustivo que cubre todos los requisitos probables del proyecto de forma exitosa.
- Se ha documentado todo el proceso realizado desde el inicio del Trabajo Fin de Grado hasta su final.

Finalmente, tras conseguir cubrir todos los objetivos que se planteaban al inicio del desarrollo de este TFG, cabe destacar la satisfacción personal que se siente al ser capaz de implementar una infraestructura IT. Especialmente, al tratar un problema cada vez más frecuente en las pequeñas y medianas empresas, pudiendo abaratar costes facilitando el crecimiento de la empresa. Además, se han demostrado las capacidades y aptitudes adquiridas por el autor tanto en el ámbito académico como en el ámbito laboral.

## 8.2 Marco regulador

Esta sección cubre los aspectos legislativos en el marco de los sistemas de comunicación, el tratamiento de datos y el contrato de ofrecimiento de servicios.

### 8.2.1 Sistemas de comunicaciones

En esta sección, se muestran normativas que regulan las telecomunicaciones de las empresas en el ámbito nacional.

**Artículo 18.3 Constitución Española:** *“garantiza el secreto de las comunicaciones y, en especial, de las postales, telegráficas y telefónicas, salvo resolución judicial.”*

**Sentencia TEDH (Tribunal Europeo de Derechos Humanos) de 16 de febrero de 2000, caso Amann:** *“reconoce el derecho al secreto de las comunicaciones a las personas jurídicas y declara que las nociones “vida privada” y “correspondencia” del art. 8 del convenio incluyen tanto locales privados como profesionales”*.

**Artículo 2.2 de la Ley Orgánica 1/1982:** *“protección civil del derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen establece que no se apreciará la existencia de intromisión ilegítima en el ámbito protegido cuando estuviere expresamente autorizada por Ley o cuando el titular del derecho hubiere otorgado al efecto su consentimiento expreso.”*

**Boletín Oficial del Congreso de los Diputados, Proyecto de Ley Orgánica de reforma del Código Penal (2013):** *“confirma la importancia que tiene la prueba de la actividad de prevención y control previa a la comisión del delito e introduce el nuevo delito de omisión de medidas de control por parte de los directivos.”*

### 8.2.2 Datos

En esta sección, se muestran normativas que regulan la confidencialidad de los datos de las empresas en el ámbito nacional.

**Convenio de Budapest [17]:** de entre todas las conductas ilícitas controladas, las más destacadas son:

- “Acceso ilícito. Acceso deliberado e ilegítimo a la totalidad o a una parte de un sistema informático.”.
- “*Intercepción ilícita. Intercepción deliberada e ilegítima, por medios técnicos, de datos informáticos comunicados en transmisiones no públicas efectuadas a un sistema informático, desde un sistema informático o dentro del mismo, incluidas las emisiones electromagnéticas procedentes de un sistema informático que contenga dichos datos.* ”.
- “*Interferencia en los sistemas. La obstaculización grave, deliberada e ilegítima del funcionamiento de un sistema informático mediante la introducción, transmisión, provocación de daños, borrado, deterioro, alteración o supresión de datos informáticos.*”.

**Artículo del Código Penal 197:** “A quien, con el fin de descubrir los secretos o vulnerar la intimidad de otro, se apodere de cualquier documentación o efecto personal, intercepte sus telecomunicaciones o utilice artificios de escucha, transmisión, grabación o reproducción de cualquier señal de comunicación.

*A quien acceda por cualquier medio, utilice o modifique, en perjuicio de terceros, a datos reservados de carácter personal o familiar, registrados o almacenados en cualquier tipo de soporte.*

*Si se difunden, revelan o ceden a terceros los datos o hechos descubiertos.”.*

**Artículo del Código Civil 278.1:** “se exponen las penas con las que se castigará a quien lleve a cabo las mismas acciones expuestas anteriormente, pero con el fin de descubrir secretos de empresa.”.

**Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal:** destacamos los siguientes artículos.

- Artículo 10: “El responsable del fichero y quienes intervengan en cualquier fase del tratamiento de los datos de carácter personal están obligados al secreto profesional respecto de los mismos y al deber de guardarlos, obligaciones que subsistirán aun después de finalizar sus relaciones con el titular del fichero o, en su caso, con el responsable del mismo.”.
- Artículo 12: “No se considerará comunicación de datos el acceso de un tercero a los datos cuando dicho acceso sea necesario para la prestación de un servicio al responsable del tratamiento.”.

### 8.2.3 Contrato

En esta sección, se muestran normativas que regulan los contratos entre proveedores y empresas en el ámbito nacional [16].

**Artículo del Código Civil 1445:** *“Por el contrato de compra y venta uno de los contratantes se obliga a entregar una cosa determinada y el otro a pagar por ella un precio cierto, en dinero o signo que lo represente.”.*

**Artículo del Código Civil 1543:** *“En el arrendamiento de cosas, una de las partes se obliga a dar a la otra el goce o uso de una cosa por tiempo determinado y precio cierto.”.*

**Artículo del Código Civil 1740:** *“Por el contrato de préstamo, una de las partes entrega a la otra, o alguna cosa no fungible para que use de ella por cierto tiempo y se la devuelva, en cuyo caso se llama comodato, o dinero u otra cosa fungible, con condición de devolver otro tanto de la misma especie y calidad, en cuyo caso conserva simplemente el nombre de préstamo. El comodato es esencialmente gratuito. El simple préstamo puede ser gratuito o con pacto de pagar interés.”.*

**Artículo del Código Civil 1758:** *“Se constituye el depósito desde que uno recibe la cosa ajena con la obligación de guardarla y de restituirla.”.*

**Artículo del Código Civil 1760:** *“El depósito es un contrato gratuito, salvo pacto en contrario.”.*

## 8.3 Estudio socio-económico

En este apartado se presenta una evaluación del ahorro económico del que la empresa se beneficiará a largo plazo con la implementación de la nueva infraestructura. Dicho ahorro se muestra desde dos puntos de vista: el ahorro energético y el ahorro de adquisición de la infraestructura.

En cada punto de vista, se han comparado dos escenarios:

- Escenario 1: si los 3 servidores que dispone la empresa fueran implementados físicamente. Los 3 servidores serán “Proliant ML110 G6”, como la empresa dispone de uno ya solo habría que adquirir 2 servidores.
- Escenario 2: los 3 servidores virtualizados nuevos que dispone la empresa.

### 8.3.1 Ahorro energético

En este apartado, se muestra la diferencia económica de usar servidores físicos o virtualizados desde el momento de finalización hasta 9 años después, en el aspecto de energético.

En el Escenario 1, los servidores consumen 300 w (vatios) por hora cada uno. Actualmente, el precio fijado por las compañías eléctricas es 0,2228 €/kWh (precio obtenido en 27/04/2015 [27]). Los servidores han de estar funcionando los 365 días al año.

$$0,3 \text{ (kW)} * 3 \text{ (servidores)} * 24 \text{ (h)} * 365 \text{ (días)} = 7.884 \text{ kW/año}$$

$$7.884 \text{ kW/año} * 0,2228 \text{ €/kW} = 1.756,56 \text{ €/año}$$

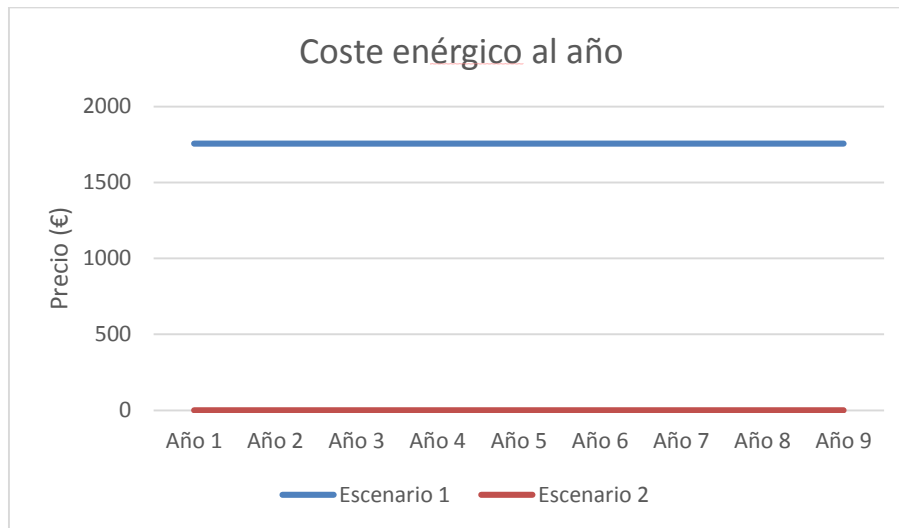


Figura 37 Ahorro energético.

Como podemos comprobar, la solución de los servidores virtualizados es la más económica. La empresa “Luabevic S.L.” no tendría que preocuparse por la energía que consumen los servidores virtualizados porque no se encuentran en ninguna de las dos sedes de que dispone.

### 8.3.2 Ahorro infraestructura

En este apartado, se muestra la diferencia económica de usar servidores físicos o virtualizados desde el momento de finalización hasta 9 años después, en el aspecto de infraestructura. Los factores que se han tenido en cuenta para realizar el estudio: licenciamiento de los servidores, adquisición de servidores, mantenimiento de servidores.

En el Escenario 1 al tener servidores físicos, se necesita una persona que se encargue de realizar el mantenimiento de dichos servidores. Para ello, se ha estipulado un salario de 2.500€/mes (coste para la empresa). La licencia del sistema operativo se ha fijado en un precio de 828,76€ [25] por servidor. Los servidores físicos al adquirir el mismo modelo del que disponía ya la empresa, se ha fijado un precio de 418,73€ cada servidor [24].

A los 6 años después de haberse finalizado el proyecto, se han de renovar los servidores y las licencias debido a que quedan obsoletas.

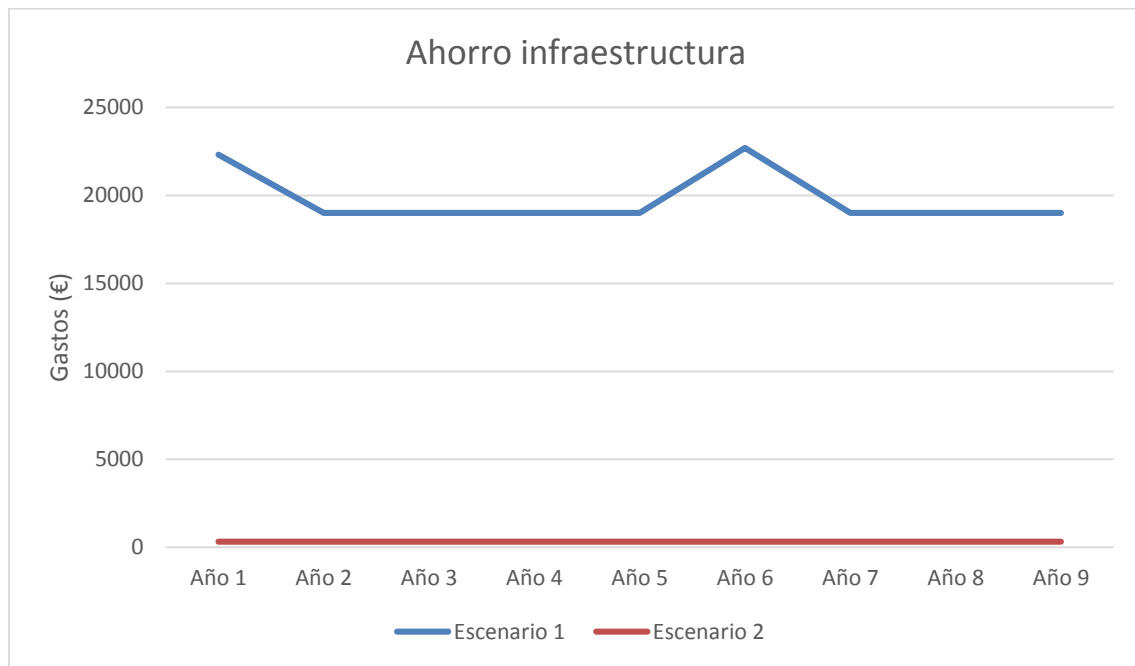


Figura 38 Ahorro infraestructura

Como podemos comprobar, la solución de los servidores virtualizados es la más económica. Los costes de licenciamiento, de adquisición de servidores y de contratación de una persona que realice un mantenimiento han desaparecido. Sólo se produce un pago mensual de mantenimiento de servidores fijado en 314,5€.

## 8.4 Líneas futuras

En este apartado se muestran posibles modificaciones de la infraestructura de la empresa que mejorarían la calidad del servicio del que actualmente disponen. No están incluidas en el proyecto.

- Servicio de ficheros distribuidos: el diseño actual no contempla que los usuarios puedan acceder a los ficheros del servidor de ficheros, desde fuera de la red de la empresa. Esto puede ser un inconveniente para los empleados de la empresa que necesiten acceder a un fichero fuera de su puesto de trabajo (un abogado que desee buscar un documento en la notaria). Implementando un servidor de que ofrezca un servicio de ficheros distribuido, como *OwnCloud*, que esté sincronizando con los ficheros del servidor de ficheros, el empleado podría seguir realizando su trabajo desde cualquier lugar.
- Servicio de copias de seguridad: implementación de un servidor que realice copias de seguridad, es decir, realizar una copia de respaldo de los servidores de la empresa, para poder recuperar información ante una pérdida de datos o pérdida irrecuperable de un servidor. Se realizará a dos niveles:

- Nivel de máquina virtual: permitiendo levantar un nuevo servidor, que ofrezca la misma funcionalidad que el servidor irrecuperable.
  - Nivel de sistema operativo: permitiendo una recuperación granular de datos, y componentes propios del sistema operativo. Por ejemplo, un usuario eliminado accidentalmente en *Microsoft Active Directory*.
- *Wsus (Windows Server Update Services)*: aunque los servidores tengan el servicio de actualizaciones desactivado. En un determinado momento, se deberán actualizar, ya que en caso contrario supondría un agujero de seguridad. De igual manera, los equipos de los usuarios deben actualizarse cada cierto tiempo. Si se permite que cada “host” actualice por su cuenta, aumentaría el tráfico de la red al estar los “host” descargando actualizaciones. Con un servidor que ofreciese el servicio de *wsus*, se eliminaría todo ese tráfico de red, agilizando la instalación de actualizaciones.
- Sistema de monitorización: cuando se produce un error en un servidor, viene precedido por varios errores menores en dicho servidor. Para prevenir, errores fatales que afecten a la productividad de la empresa, se implementará un servidor que ofrezca un servicio de monitorización, que este recopilando información de los servidores constantemente y notifique de cualquier tipo de problema que sufra un servidor. Por ejemplo, *check\_mk*.
- Correo corporativo de empresa: actualmente la empresa está utilizando unos servidores públicos, todos sus correos son del dominio *hotmail* ([arh@hotmail.com](mailto:arh@hotmail.com)). El correo corporativo, da una imagen de cara al público de profesionalidad.
- *VoIP* [2] (voz sobre un protocolo de *Internet*): servicio de telefonía que permite realizar llamadas gratuitas por internet. Proporcionando un servicio interno de comunicación en la empresa y abaratando los costes que provengan de las llamadas telefónicas.



## 9 PLANIFICACIÓN

En este capítulo se detalla la planificación llevada a cabo para el desarrollo del presente proyecto. En primer lugar, como en todo proyecto real, se muestra la planificación inicial diseñada para completar todas las fases del proyecto.

Por último, se muestra la planificación real del proyecto, acompañada de los motivos por los cuáles la planificación ha sufrido cambios. Las dos planificaciones van acompañadas de su diagrama de Gantt correspondiente.

A continuación, se muestra la definición de las jornadas de trabajo llevadas a cabo por el autor a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

Tabla 22 Jornada laboral del proyecto.

<b>DIAS LABORABLES</b> (excluidos fin de semana y festivos)	
<b>MAÑANA</b>	<b>TARDE</b>
9:00 - 13:00	15:00 – 19:00

### 9.1 Planificación inicial

En este punto se describe brevemente la planificación inicial del proyecto. La planificación inicial abarca desde el día 2 de Febrero de 2015 hasta el 3 de Abril de 2015. En total 47 días de trabajo. En la tabla inferior se describe la planificación ideada.

Tabla 23 Planificación inicial del proyecto.

<b>Trabajo de Fin de Grado</b>	<b>Horas empleadas</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha fin</b>
Planificación inicial	8	Lunes 02/02/2015	Lunes 02/02/2015
Introducción	2	Martes 03/02/2015	Martes 03/02/2015
Objetivos	2	Martes 03/02/2015	Martes 03/02/2015
Estructura del documento	4	Martes 03/02/2015	Martes 03/02/2015
Estado del arte	30	Miércoles 04/02/2015	Lunes 09/02/2015
Análisis	30	Lunes 09/02/2015	Viernes 13/02/2015
Diseño	20	Viernes 13/02/2015	Martes 17/02/2015
Implementación	212	Miércoles 18/02/2015	Jueves 26/03/2015
Documentación	50	Jueves 26/03/2015	Viernes 03/04/2015

A continuación, se muestra la planificación real contenida en la fase de implementación:

**Tabla 24 Planificación fase Implementación inicial.**

<b>Implementación</b>	<b>Horas empleadas</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha fin</b>
Configuración de la infraestructura	24	Miércoles 18/02/2015	Viernes 20/02/2015
Despliegue de servidores	16	Lunes 23/02/2015	Martes 24/02/2015
Sede Madrid	40	Miércoles 25/02/2015	Martes 03/03/2015
Migración	10	Miércoles 04/03/2015	Jueves 05/03/2015
Período de observación	32	Jueves 05/03/2015	Miércoles 11/03/2015
Sede Barcelona	40	Miércoles 11/03/2015	Miércoles 18/03/2015
Período de observación	50	Miércoles 18/03/2015	Jueves 26/03/2015

### 9.1.1 Diagrama de Gantt

En la imagen inferior el diagrama Gantt de la planificación real del proyecto.

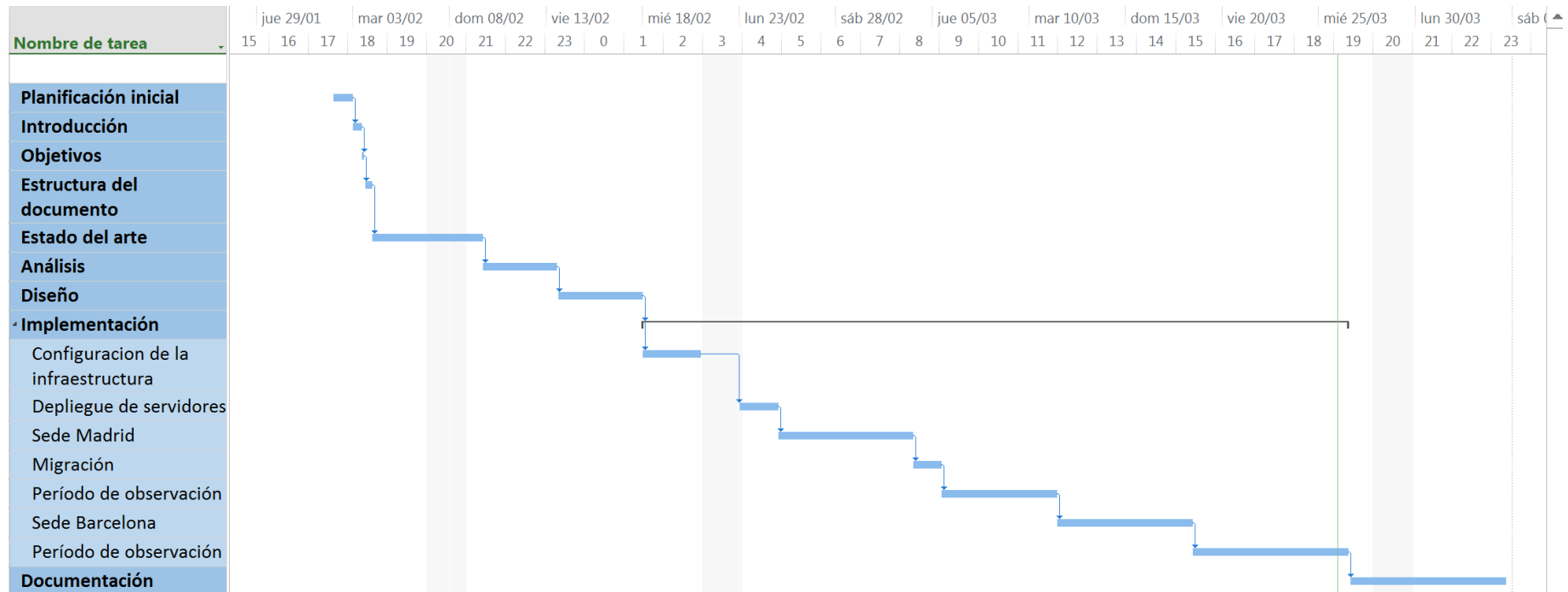


Figura 39 Diagrama Gantt planificación inicial.

## 9.2 Planificación real

En este apartado se describe la planificación real del proyecto. La dedicación de las jornadas laborales dedicadas a determinadas tareas implicadas en el desarrollo del proyecto ha sido modificada, respecto a la planificación original. Finalmente, el proyecto abarcó desde el día 2 de Febrero de 2015 hasta el 17 de Abril de 2015. En total 57 días de trabajo, 10 días después de lo estipulado inicialmente. En la tabla inferior se describe la planificación real del proyecto.

Tabla 25 Planificación real del proyecto.

Trabajo de Fin de Grado	Horas empleadas	Fecha de inicio	Fecha fin
Planificación inicial	16	Lunes 02/02/2015	Martes 03/02/2015
Introducción	3	Miércoles 04/02/2015	Miércoles 04/02/2015
Objetivos	2	Miércoles 04/02/2015	Miércoles 04/02/2015
Estructura del documento	8	Miércoles 04/02/2015	Jueves 05/02/2015
Estado del arte	48	Jueves 05/02/2015	Viernes 13/02/2015
Análisis	16	Viernes 13/02/2015	Martes 17/02/2015
Diseño	24	Martes 17/02/2015	Viernes 20/02/2015
Implementación	230	Lunes 20/02/2015	Viernes 10/04/2015
Documentación	40	Viernes 10/04/2015	Viernes 17/04/2015

A continuación, se muestra la planificación inicial contenida en la fase de implementación:

Tabla 26 Planificación fase Implementación real.

Implementación	Horas empleadas	Fecha de inicio	Fecha fin
Configuración de la infraestructura	6	Viernes 20/02/2015	Lunes 23/02/2015
Despliegue de servidores	32	Lunes 23/02/2015	Viernes 27/02/2015
Sede Madrid	40	Viernes 27/02/2015	Viernes 06/03/2015
Migración	16	Viernes 06/03/2015	Martes 10/03/2015
Período de observación	48	Martes 10/03/2015	Lunes 23/03/2015
Sede Barcelona	16	Lunes 23/03/2015	Lunes 30/03/2015
Período de observación	72	Lunes 30/03/2015	Viernes 10/04/2015

A continuación, se muestran los motivos por los cuales se ha producido una alteración en las horas dedicadas a cada tarea planificada:

- Planificación inicial: esta fase se ha demorado debido a retrasos producidos en las reuniones iniciales con el cliente por disponibilidad.
- Introducción: esta fase se ha demorado debido a que se ha tardado más tiempo en determinar la completitud del proyecto.
- Estructura del documento: debido a que aumentó la completitud del proyecto, ha aumentado la complejidad de realización de esta fase.
- Estado del arte: esta parte se ha demorado más debido a la aparición de más conocimientos teóricos de los estimados.
- Análisis: esta fase ha durado menos debido a la claridad con la que el cliente se expresaba a la hora de realizar la especificación de requisitos.
- Diseño: debido a un error en el diseño inicial, sólo se había puesto un rango de direcciones IP por cada sede. Este planteamiento no iba a funcionar porque cada *vlan* tiene que tener su propio rango de direcciones IP.
- Implementación
  - Configuración de la infraestructura: al ser un proceso mecánico se ha realizado en menos tiempo del estimado.
  - Despliegue de servidores: el servidor *luabevicdc02.luabevic.com*, no ha podido instalar unas actualizaciones de seguridad correctamente. Para evitar una parada de producción en el servicio, se ha tenido que hacer varios *rollback* hasta que se han instalado todas las actualizaciones correctamente.
  - Migración: debido a que el canal de transferencia de archivos se ha utilizado simultáneamente para otros fines.
  - Período de observación: debido a la criticidad del proyecto se ha aumentado esta fase para cerciorar el correcto funcionamiento del proyecto.
  - Sede de Barcelona: debido a los traslados hacía la sede y retrasos con la instalación del proveedor de Internet y telefonía.
  - Período de observación: debido a la criticidad del proyecto se ha aumentado esta fase para cerciorar el correcto funcionamiento del proyecto.
- Documentación: debido a que las fases han sido documentadas a medida que se han ido realizando.

### 9.2.1 Diagrama de Gantt

En la imagen inferior el diagrama Gantt de la planificación inicial del proyecto.

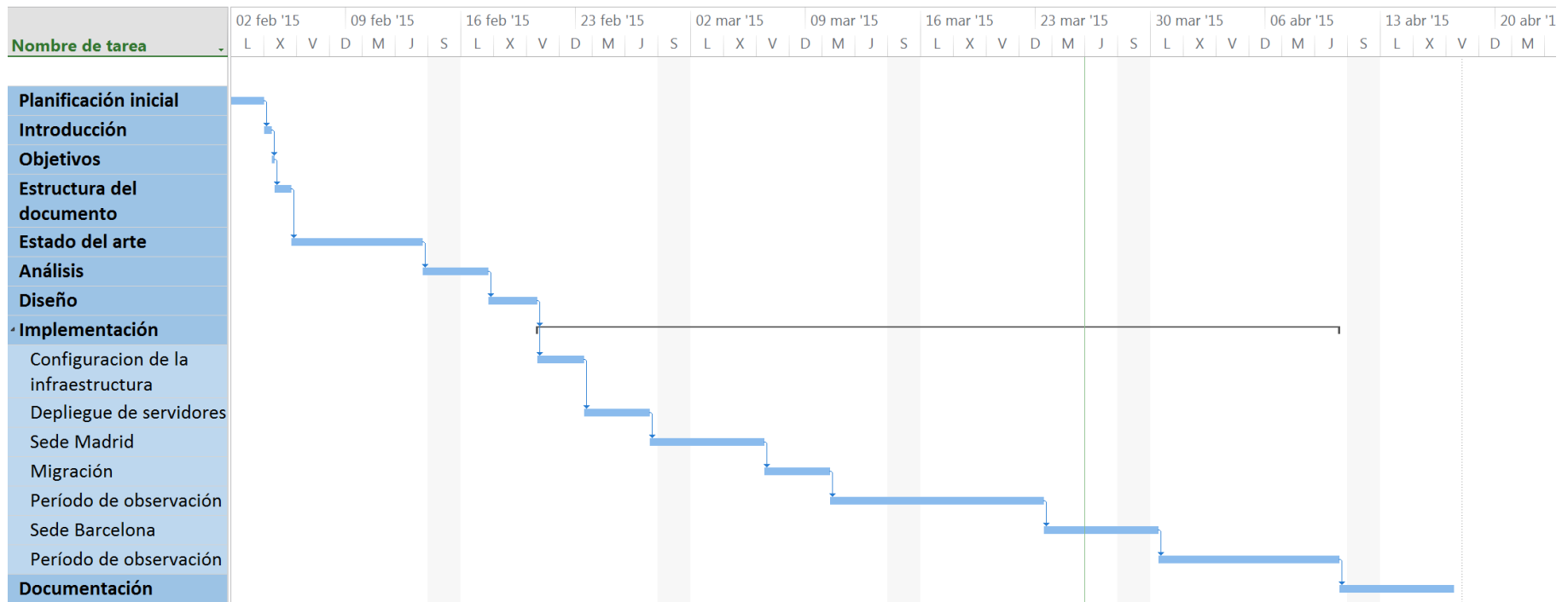


Figura 40 Diagrama Gantt planificación real.

## 10 PRESUPUESTO

En este apartado se va a detallar el presupuesto estimado para la realización del proyecto, detallando los gastos de personal, hardware y software que ha sido necesario para la realización del proyecto.

La fecha de inicio de dicho proyecto fue el día 02 de Febrero de 2015, y la fecha de finalización del proyecto es el día 17 de Abril de 2015.

Los costes contenidos en el presupuesto del proyecto han sido divididos en las siguientes categorías:

- Costes del personal involucrados en el proyecto.
- Costes hardware involucrados en el proyecto.
- Costes software involucrados en el proyecto.
- Coste total de despliegue del proyecto.
- Costes de mantenimiento de la infraestructura implementada en el proyecto.

### 10.1 Costes de personal imputables al proyecto

A continuación, se ponen los costes de personal que han sido necesarios para que este proyecto concluya satisfactoriamente. Para el cálculo de este coste se han utilizado las horas totales del proyecto estipulados en la planificación inicial.

Tabla 27 Coste de personal.

Nombre	Perfil	€/h	Tiempo dedicado (horas)	Coste (€)
Víctor Calleja Carrillo	Ingeniero Senior	40	376	15.040
Francisco Javier García Blas	Ingeniero Senior	40	19	760

En el caso de Francisco Javier García Blas sólo se estima que van a participar un 5% del total del proyecto.

## 10.2 Costes hardware

A continuación, se exponen los costes del material *hardware* necesarios para el desarrollo del proyecto.

Tabla 28 Costes hardware.

Descripción	Unidades	Precio/unidad	Tiempo amortización (meses)	Coste total (€)
<b>Catalyst 2960-S Series PoE (Power over Ethernet)</b>	1	497.385	48	497,39
<b>FortiGate-60D Hardware plus 8x5 Forticare and FortiGuard UTM Bundle, 3 Year</b>	2	972.342	48	1944,69
SAI Riello modelo MST 15 KVA III/III (10' de autonomía)	2	5308.875	48	10.617,75
Cable RJ45 (1 metro)	30	1.323	48	1,33
Cable RJ45 (1.5 metros)	30	1.701	48	1,71
MacBook Pro con pantalla de Retina de 13 pulgadas de 2.6 GHz	1	1529	2	63,72



### 10.3 Costes software del proyecto

A continuación, se exponen los costes del material hardware necesarios para el desarrollo del proyecto. El software destinado a los servidores no sufrirá un coste de adquisición debido a que se han adquirido licencias de tipo OEM, es decir, una vez adquirida la licencia se puede usar en cualquier host.

Tabla 29 Costes software.

Descripción	Unidades	Coste (€)
Windows Server 2012 Standar R2 (x64)	1	0
Windows Office Visio 2013 (x64)	1	0
Windows Office Project 2013 (x64)	1	0
Windows Office Word 2013 (x64)	1	0
VMware vSphere 5.5	1	0
PuTTY	1	0
NetApp OnCommand System Manager 3.1	1	0

### 10.4 Coste total de despliegue del proyecto

La siguiente tabla detalla el coste total correspondiente al despliegue del proyecto.

Tabla 30 Coste total del proyecto.

Concepto	Presupuesto (€)
Servicios profesionales	15.800,00
Hardware	13.126,58
Software	0,00
Total antes de riesgo	28.926,58
Riesgo (10%)	2.892,66
Total antes de beneficio	31.819,24
Beneficio (15%)	4.772,89
Total sin I.V.A.	36.592,13
I.V.A. (21%)	7.684,35
Total con I.V.A.	<b>44.276,48</b>

La implementación del proyecto al completo supondrá al cliente un coste total de 44.276,48 € (CUARENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS) I.V.A incluido.

Este coste incluye la entrega de los documentos y la realización de todas las actividades anteriormente mencionadas en el documento. La empresa no incluye en el presupuesto el soporte de mantenimiento después de efectuar la entrega.

El método de pago se realizara mediante dos pagos de 22.138,24 € (VEINTIDOS MIL CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS) I.V.A incluido, que corresponde con la mitad del coste total del presupuesto. Las fechas de entrega de los pagos serán: la primera al aceptar el proyecto y la segunda a la entrega del proyecto.

### 10.5 Coste mensual de mantenimiento

Una vez haya acabado el proyecto, el cliente no tendría ningún tipo de soporte contratado de mantenimiento o resolución de problemas [22]. A continuación, se muestra el presupuesto fijado para eliminar este problema.

Tabla 31 Coste mensual de mantenimiento.

Tipo	Mantenimiento de Servidores	Soporte (Tiempo de respuesta en horas)	Coste (€/mes) I.V.A. incluido
Bronce	Incluido	72	113,14
Plata	Incluido	24	267,46
Oro	Incluido	5	314,78

El mantenimiento de los servidores incluye el licenciamiento del software contenido en los servidores, y todo el software relacionado con la administración y gestión del mismo. El soporte técnico no incluye traslado, que supondrá un sobre coste extra.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

En este capítulo, se muestran las referencias de toda la documentación consultada para la elaboración del TFG.

- [1] Requisitos del software,  
<http://www.ie.inf.uc3m.es/grupo/docencia/reglada/psi/unidad6-DOC.pdf>, [Accedido el día 20/1/2015].
- [2] Telefonía VoIP, <http://www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonía-ip.htm>, [Accedido el día 20/1/2015].
- [3] Máquinas virtuales, ARCOS (uc3m), <http://arcos.inf.uc3m.es/~folcina/pfc-html/node16.html>, [Accedido el día 20/1/2015].
- [4] Historia de la virtualización, <http://www.virtualizacion.com/virtualizacion/>, [Accedido el día 22/1/2015].
- [5] Virtualización de servidores,  
<http://www.gonzalonazareno.org/cloud/material/IntroVirtualizacion.pdf>, [Accedido el día 24/1/2015].
- [6] Introducción a la virtualización con Xen,  
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/servidores/1080-introduccion-a-la-virtualizacion-con-xen>, [Accedido el día 30/1/2015].
- [7] Introducción a la virtualización,  
[http://www.adminso.es/images/6/6d/Eugenio\\_cap1.pdf](http://www.adminso.es/images/6/6d/Eugenio_cap1.pdf), [Accedido el día 2/2/2015].
- [8] Hipervisores, <http://www.datakeeper.es/?p=716>, [Accedido el día 4/2/2015].
- [9] VMware Tools,  
<http://searchservvirtualization.techtarget.com/definition/VMware-Tools>, [Accedido el día 4/2/2015].
- [10] Almacenamiento redundante,  
[http://documentacion.nexun.org/mediawiki/index.php/4.\\_Almacenamiento\\_redundante\\_y\\_distribuido](http://documentacion.nexun.org/mediawiki/index.php/4._Almacenamiento_redundante_y_distribuido), [Accedido el día 12/2/2015].
- [11] RAID, <http://www.arcos.inf.uc3m.es/~folcina/pfc-html/node43.html> , [Accedido el día 14/2/2015].
- [12] Cisco catalyst 2960-S series switches,  
<http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-2960-s-series-switches/index.html>, [Accedido el día 15/2/2015].

- [13] Configuración vlan switch cisco,  
<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst6500/ios/12-2SX/configuration/guide/book/vlans.html>, [Accedido el día 16/2/2015].
- [14] Documentación oficial docker, <https://www.docker.com/whatisdocker/>, [Accedido el día 20/2/2015].
- [15] Introducción docker, <https://www.nessys.es/linux-dockers/>, [Accedido el día 22/2/2015].
- [16] Noticias Jurídicas, <http://noticias.juridicas.com>, [Accedido el día 14/3/2015].
- [17] Cibercriminalidad Ministerio del Interior,  
<http://www.interior.gob.es/documents/10180/1207668/Avance+datos+cibercriminalidad+2013.pdf/5de24ec6-b1cc-4451-bd06-50d93c006815>, [Accedido el día 16/3/2015].
- [18] Puertos usados comúnmente por los servicios de Microsoft,  
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc959833.aspx>, [Accedido el día 20/3/2015].
- [19] Puertos TCP y UDP,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_TCP\\_and\\_UDP\\_port\\_numbers](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_TCP_and_UDP_port_numbers), [Accedido el día 20/3/2015].
- [20] Puertos Active Directory, [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd772723\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd772723(v=ws.10).aspx), [Accedido el día 20/3/2015].
- [21] SLA, <http://contratosinformaticos.com/acuerdo-nivel-de-servicio-sla/>, [Accedido el día 22/3/2015].
- [22] Precios cloud público, <https://www2.cdmon.com/es/servidores/virtual-up>, [Accedido el día 22/3/2015].
- [23] Microsoft Security Essentials, <https://support.microsoft.com/en-us/kb/978565/es-es>, [Accedido el día 23/3/2015].
- [24] Precio HP Proliant ML110 G6,  
[http://www.pccomponentes.com/hp\\_proliant\\_ml110\\_g6\\_x3430\\_5gb\\_2x250gb\\_kit.html?gclid=CIGr6J\\_V\\_8QCFQiWtAodEWEAHQ](http://www.pccomponentes.com/hp_proliant_ml110_g6_x3430_5gb_2x250gb_kit.html?gclid=CIGr6J_V_8QCFQiWtAodEWEAHQ), [Accedido el día 27/3/2015].
- [25] Precio licencia Windows Server 2012 R2 Standard,  
<http://www.marketdirecto.com/microsoft-windows-server-2012-r2-standard-594094-p.htm>, [Accedido el día 2/4/2014].
- [26] Comparativa soluciones cloud, <http://cioperu.pe/articulo/15574/amazon-vs-google-vs-windows-azure/?p=3>, [Accedido 23/4/2015].
- [27] Precio luz, <http://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh/espana>, [Accedido el día 27/4/2015].

## 11.1 Libros

En esta sección, se muestran los libros consultados para la elaboración de este TFG.

- Bernard Golden. “Virtualization for Dummies”. John Wiley & Sons. 2007.
- Josep Ros Marín. “Virtualización corporativa con VMware”. Ncora Information Technology. 2009.
- Ryan Troy, Matthew Helmke. ”VMware Cookbook”. O'Reilly Media, Inc. 2009.
- Dan C Marinescu. “Cloud computing : theory and practice”. Morgan Kaufmann. 2013.
- Venkata Josyula. “Cloud computing automating the virtualized data center”. Cisco Press. 2012.
- Fortinet. Fortigate Multi-Threat Security Systems I: Administration, Content Inspection and VPNs. Student Training Guide. 2011.

## 12ANEXO

En este capítulo, se muestra información que amplía la documentación del TFG.

### 12.1 Políticas firewall

En este apartado, se muestra todas las políticas *firewall* implementadas en la nueva infraestructura detallada en este documento.

[18] [19] [20].

Tabla 32 Políticas *firewall* Fortigate creadas.

<i>Fortigate</i>	Origen	Destino	Puertos
F1	M_lua_dir	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_dir	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	M_lua_dir	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	M_lua_dir	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_sec	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_sec	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_sec	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_sec	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_com	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_com	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_com	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_com	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_rrhh	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_rrhh	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_rrhh	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_rrhh	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_it	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_it	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_it	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_it	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_an	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_an	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_an	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_an	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_fin	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_fin	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_fin	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_fin	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)

F1	M_lua_jur	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F1	M_lua_jur	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F2	B_lua_jur	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F2	B_lua_jur	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_rrh	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_rrh	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_rrh	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_rrh	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/139 (SAMBA)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/445 (SMB)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)

F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)



F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION

			SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)

F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/42
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)

F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F1	M_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_dir	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)

F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_sec	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_com	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)

F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_rrhh	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)

F2	B_lua_it	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_an	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)

F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_jur	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/53 (DNS)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/53 (DNS)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/389 (LDAP)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/389 (LDAP)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/88 (KERBEROS)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/135 (DCE-RPC)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/636 (LDAP SSL)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/42
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/3268 (LDAP GC)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	TCP/3269 (LDAP GC SSL)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/137 (NETLOGON, NETBIOS NAME RESOLUTION)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/138 (DFSN, NETLOGON, NETBIOS DATAGRAM SERVICE)
F2	B_lua_fin	Luabevic_Cloud	UDP/139 (DFSN, NETBIOS SESSION SERVICE, NETLOGON)
F4/F5	Red_g_mlua	Red_lua_cloud	ALL
F4/F5	Red_g_blue	Red_lua_cloud	ALL
F4/F5	Red_lua_cloud	Red_g_mlua	ALL
F4/F5	Red_lua_cloud	Red_g_blue	ALL
F4/F5	Red_lua_cloud	wan1(Cualquier destino)	TCP/80 (HTTP)
F4/F5	Red_lua_cloud	wan1(Cualquier destino)	TCP/443 (HTTPS)